

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 9 月 9 日 (09.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/083370 A1

(51) 国際特許分類: G01F 1/66

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003006

(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 24 日 (24.02.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-052348 2004 年 2 月 26 日 (26.02.2004) JP
特願2004-055250 2004 年 2 月 27 日 (27.02.2004) JP

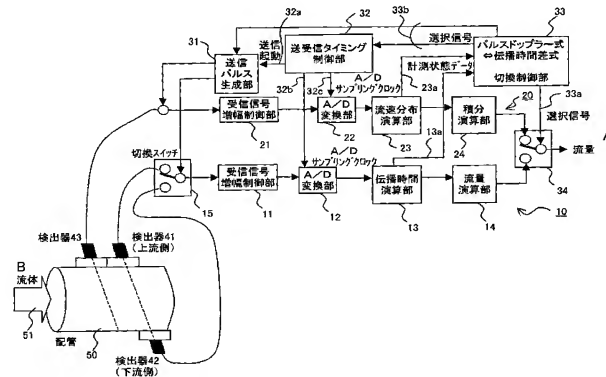
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士電機システムズ株式会社 (FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1020075 東京都千代田区三番町 6 番地 1 7 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 木代 雅巳 (KISHIRO, Masami) [JP/JP]; 〒1020075 東京都千代田区三番町 6 番地 1 7 富士電機システムズ株式会社内 Tokyo (JP). 萩原 幸治 (HAGIWARA, Kouji) [JP/JP]; 〒2400194 神奈川県横須賀市長坂 2 丁目 2 番 1 号 富士電機アドバンステクノロジー株式会社内 Kanagawa (JP). 山本 俊広 (YAMAMOTO, Toshihiro) [JP/JP]; 〒1020075 東京都千代田区三番町 6 番地 1 7 富士電機システムズ株式会社内 Tokyo (JP). 矢尾 博信 (YAO, Hironobu) [JP/JP]; 〒1020075 東京都千代田区三番町 6 番地 1 7 富士電機システムズ株式会社内 Tokyo (JP). 大室 善則 (OHMURO, Yoshinori) [JP/JP]; 〒2400194 神奈川県横須賀市長坂 2 丁目 2 番 1 号 富士電機アドバンステクノロジー株式会社内 Kanagawa (JP). 平山 紀友 (HIRAYAMA, Noritomo) [JP/JP]; 〒2400194 神奈川県横須賀市長坂 2 丁目 2 番 1 号 富士電機アドバンステクノロジー株式会社内 Kanagawa (JP).

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC FLOWMETER AND ULTRASONIC FLOW RATE MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 超音波流量計および超音波流量測定方法



- | | | | |
|-----|--|----|-----------------------------------|
| 31 | TRANSMISSION PULSE GENERATION UNIT | 12 | A/D CONVERSION UNIT |
| 32a | TRANSMISSION START | 13 | PROPAGATION TIME CALCULATION UNIT |
| 32 | TRANSMISSION/RECEPTION TIMING CONTROL UNIT | 14 | FLOW RATE CALCULATION UNIT |
| 33b | SELECTION SIGNAL | A | FLOW RATE |
| 33 | PULSE DOPPLER METHOD - PROPAGATION TIME DIFFERENCE METHOD SELECTION CONTROL UNIT | 43 | SENSOR |
| 23a | MEASUREMENT STATE DATA | 41 | SENSOR (UPSTREAM SIDE) |
| 32b | A/D SAMPLING CLOCK | B | FLUID |
| 32c | A/D SAMPLING CLOCK | 50 | PIPE |
| 21 | RECEPTION SIGNAL AMPLIFICATION CONTROL UNIT | 42 | SENSOR (DOWNSTREAM SIDE) |
| 22 | A/D CONVERSION UNIT | | |
| 23 | FLOW RATE DISTRIBUTION CALCULATION UNIT | | |
| 24 | INTEGRATION CALCULATION UNIT | | |
| 33a | SELECTION SIGNAL | | |
| 15 | SELECTOR SWITCH | | |
| 11 | RECEPTION SIGNAL AMPLIFICATION CONTROL UNIT | | |

(57) Abstract: A flowmeter includes: a propagation time difference method unit having a sensor and a reception signal amplification control unit and a flow rate calculation unit which are connected to the sensor via a sensor selector switch; a pulse Doppler method unit having a reception signal amplification control unit and an integration calculation unit which are connected to the sensor; a transmission/reception timing control unit common to them; a measurement

[続葉有]

WO 2005/083370 A1



(74) 代理人: 大菅 義之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084
東京都千代田区二番町 8 番地 2 O 二番町ビル 3 F
Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

method selection control unit for controlling switching between the propagation time difference method unit and the pulse Doppler method unit and parallel operation; and a measurement value output selector switch for selecting the output of the propagation time difference method unit and the pulse Doppler method unit. That is, the single flowmeter can perform flow rate measurement by the propagation time difference method having no restriction on the measurement range as well as the pulse Doppler method having an upper limit of the measurement range but enabling a highly accurate measurement.

(57) 要約: 検出器切替スイッチを介して検出器および検出器に接続される受信信号増幅制御部～流量演算部からなる伝播時間差方式部と、検出器に接続される受信信号増幅制御部～積分演算部からなるパルスドップラー方式部と、これらに共通の送受信タイミング制御部と、伝播時間差方式部とパルスドップラー方式部の切替や並列動作を制御する計測方式切替制御部と、伝播時間差方式部とパルスドップラー方式部の出力を選択する計測値出力切替スイッチを備え、測定範囲に制約のない伝播時間差法による流量測定と、測定範囲の上限はあるが高精度なパルスドップラー法による流量測定の双方を一つの流量計で可能とした。

明 細 書

超音波流量計および超音波流量測定方法

技術分野

- [0001] 本発明は、測定対象の流体に超音波を照射して流体の流量を計測する超音波流量計に関し、特に多様な流体の流量計測等に適用して有効な超音波流量計および超音波流量測定方法に関する。

背景技術

- [0002] 配管の外壁に検出器を設置して、管の外側から管内を流れる流体に超音波を投射し、超音波が流体内部を伝播する際の変化を計測して配管内部の流量を測定するクランプオンタイプの超音波流量計は、既設配管であっても特別な設置工事が不要、流体の温度や圧、腐食性等の影響を受けないなどの多くの利点を持っている。
- [0003] このような超音波流量計における流量計測方法としては、パルスドップラー法と伝播時間差法が知られている。

パルスドップラー法の流量計測は、図1Aに示されるように、少なくとも1つの送受信一体型の検出器を有し、計測対象となる液体中に超音波パルスを放射し、流体中に混在する気泡などの異物によって反射された超音波エコー波を受信する。このエコー波の周波数が、流速に比例した大きさだけシフトする原理を応用したものである。このエコー波は、流体の検出器に近い部分からは早い時間で、遠くなるにつれ遅れて帰ってくるので、これを利用して測線上の位置での流速の分布 V_x が得られ、これを式(1)のように配管の全断面(A)について積分することにより流量が得られる。

- [0004] [数1]

$$Q = \int V_x \cdot dA \quad \dots (1)$$

本法は後述の伝播時間差法と比較して、高精度・高速応答が可能で、かつ耐気泡性に優れている。しかしその反面、不純物が少ない流体では計測できなくなり、計測可能流速範囲に制約があるという技術的課題がある。

- [0005] この計測可能範囲については特許文献1に記載がある。すなわち計測可能最大流

速 V_{MAX} は、

[0006] [数2]

$$V_{MAX} \leq C_f^2 / (8 \cdot D \cdot f_o \cdot \sin \theta_f) \quad \dots (2)$$

となる。ただし、 C_f :流体の音速、 D :配管の内径、 f_o :超音波の送信周波数である。

[0007] これはパルスドップラー法は、図1Bおよび図1Cに示されるように、繰り返し周波数 f_{prf} にてドップラーシフト周波数 f_d をサンプリングして f_d を求めているためで、サンプリング定理より、

[0008] [数3]

$$V_{prf} \geq 2 \cdot f_d \quad \dots (3)$$

となる必要がある。また、配管の測線上の全域の流速分布を測定するためには、配管の反対管壁部からのエコー波が返ってくるまで次の測定を行うことができないので、

[0009] [数4]

$$V_{prf} \leq C_f / (2 \cdot D) \quad \dots (4)$$

となる必要がある。更に、ドップラーシフト周波数 f_d は、測定流体の流速が V_f のとき、

[0010] [数5]

$$f_d = 2 \cdot V_f \cdot \sin \theta_f \cdot f_o / C_f \quad \dots (5)$$

となる。式(3)～(5)を組み合わせると、式(2)となり、測定可能流速に上限があることが分かる。

[0011] パルスドップラー法のもう一つの課題として検出器側の管壁部分の流速を正常に検出できない点が挙げられる。すなわち、パルスドップラー法の流量計測では、少なくとも1つの送受信一体型検出器を用いれば流速分布が測定可能であるが、検出器側の管壁近傍部分では流速測定精度が低下し、このため、たとえば、特許文献2では、正常に検出された反対側の管壁部分の流速分布を検出器の装着側の管壁部分ま

で外挿して流体の流量を求める方法が開示されている。また、特許文献3では、計測した流速分布に対し流体断面の中央にて2分割して2つの分割分布を作成し、ばらつきの小さい分割分布を2倍して流体断面全体の流量を求める方法が開示されている。

[0012] しかし、これらの方法は、いずれも流体の流れが凸型で対称な流れを想定しており、流れの曲がりや合流などの非対称な流れの場合には、流量計測精度が低下する。また、流れに軸方向成分しかないことを想定しており、流れの曲がりや合流などにより径方向成分が生じると、やはり流量計測精度が低下する。

[0013] 一方、伝播時間差法は、図2Aに示されるように、1対の送受信一体型検出器を有し、上流側から下流側への超音波伝達時間 T_1 (図2B参照)と下流側から上流側への超音波伝達時間 T_2 (図2C参照)とを比較して、式(6)および式(7)により、平均流速 V_t と、流量 Q を算出する方式である。

[0014] [数6]

$$V_t = \frac{D}{\sin 2\theta_f} \frac{\Delta T}{(T_o - \tau)^2} \quad \dots (6)$$

[0015] [数7]

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot \frac{1}{K} \cdot V_t \quad \dots (7)$$

ただし、 $\Delta T = T_2 - T_1$ 、 D :配管の直径、 θ_f :超音波の流体に対する入射角、 T_o :静止水での伝播時間($= (T_1 + T_2) / 2$)、 τ :配管壁および楔内での伝播時間、 K :平均流速の換算係数である。

[0016] 本方式は上述のパルスドップラー法と比較して、精度が低い、応答が遅い、気泡や不純物に弱いといった問題があるが、気泡や不純物の無い流体でも測定ができる、パルスドップラー法のような計測可能範囲の制約が無いという長所がある。

[0017] このように、流量計測において、パルスドップラー法と伝播時間差法は一長一短あるが、従来は、流量計単体としてパルスドップラー法か伝播時間差法のいずれかの方法で計測を行なっていたため、計測対象の流体の速度、気泡量などの状況により

、計測精度が低下したり、計測ができなくなるという技術的課題があった。

特許文献1:特開2004-12205号公報

特許文献2:特開平10-281832号公報

特許文献3:特開2004-12204号公報

発明の開示

[0018] 本発明の目的は、流速や気泡量等の流体の状態に影響されことなく、計測精度および計測可能範囲を向上させることが可能な超音波流量計および超音波流量測定方法を提供することにある。

[0019] 本発明の他の目的は、超音波流量計における製造コストの削減および検出器の設置の簡略化を実現することにある。

本発明の他の目的は、コスト増を抑制しつつ、単一の検出器を用いる場合のパルスドップラー法に固有の技術的課題を解消して、流量の計測精度の向上を実現することにある。

[0020] さらに、本発明は、計測対象の流体の速度分布や気泡量などの状況に応じて両方式を切り替えることにより流速の広い範囲にわたり高精度の流量計測を可能とする流量計測方法および装置を提供することを目的とする。

[0021] 本発明の第1の観点は、超音波を用いて互いに異なる測定原理にて配管中の流体の流量測定を行う複数の流量計測部を具備した超音波流量計を提供する。

本発明の第2の観点は、超音波を用いて互いに異なる測定原理にて配管中の流体の流量測定を行う複数の流量計測部と、前記配管に装着され音響信号と電気信号の相互変換を行うとともに複数の前記流量計測部にて共用されるトランスデューサ部と、を具備した超音波流量計を提供する。

[0022] 本発明の第3の観点は、伝播時間差法にて前記配管内の流体の流量を検出する第1の流量計測部と、パルスドップラー法にて前記配管内の流体の流量を検出する第2の流量計測部と、測定対象の流体が流通する前記配管に装着され、各々が音響信号と電気信号の相互変換を行う複数の第1および第2のトランスデューサ部と、前記トランスデューサ部を前記第1の流量計測部および前記第2の流量計測部に共用させるためのトランスデューサ切替手段と、を備えた超音波流量計を提供する。

- [0023] 本発明の第4の観点は、超音波を用いて配管中の流体の流量測定を行う超音波流量測定方法であって、前記配管に装着され音響信号と電気信号の相互変換を行う複数のトランスデューサ部を、互いに異なる測定原理を用いる複数の流量計測部にて共有し、個々の前記流量計測部に対する前記トランスデューサ部の接続を切り換えて流量計測を行う超音波流量測定方法を提供する。
- [0024] 複数の超音波流量計は、たとえば、伝播時間差法にて前記配管内の流体の流量を検出する第1の流量計測部と、パルスドップラー法にて前記配管内の流体の流量を検出する第2の流量計測部からなる構成とすることができる。
- [0025] そして、二つの検出器を必要とする伝播時間差法に用いられる一対の検出器の少なくとも一方を、少なくとも一つの検出器で動作可能なパルスドップラー法で利用可能なように、検出器切替部を設けることができる。
- [0026] 一対の検出器は、配管の軸を挟んで互いに反対側の位置に、流体の流通方向に互いにずれた位置に配置する構成とすることができる。あるいは、一対の検出器を、配管の同一側面側に、流体の流通方向に沿って離間した位置に配置する構成とすることもできる。
- [0027] このように、本発明の超音波流量計では、測定原理の異なる第1の流量計測部と第2の流量計測部を備えて、互いに独立に、あるいは両方を同時併用する構成としたので、互いに他の方法の欠点を補い合って、流速や気泡等の測定対象の流体の多様な状態に影響されることなく、流体の流量を広範囲にかつ高精度に測定することが可能になる。
- [0028] また、検出器を複数の測定法で共用することで、検出器の数量を削減でき、検出器の製造コストや設置コストを削減でき、低コストにて流体の流量を広範囲にかつ高精度に測定することが可能になる。
- [0029] また、一対の検出器の双方を共有化してパルスドップラー法の計測を行い、双方の検出器を用いた場合の測定結果を組み合わせることにより、コスト増を抑えつつ、単一の検出器を用いる場合の、検出器の配置側の管壁近傍の測定精度の低下を防止して、流量の計測精度を高めることが可能になる。
- [0030] さらに、本発明の第5の観点は、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方

式の流量計測とを同時並列的に行うことができる超音波流量計を与える。本超音波流量計は、伝搬時間差方式の流量計測に必要な少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサと、少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサにパルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測とに必要なパルス信号を与えるハードウェア手段(例えば、送受信タイミング制御部とパルス発生器からなる)と、1対の電気／超音波トランスデューサを含む任意のトランスデューサから得られる受信信号からドップラー周波数を検出する検出回路と、1対のトランスデューサにより上流から下流への超音波パルス送信で得た第1の受信信号と下流から上流への超音波パルス送信で得た第2の受信信号とを増幅し、アナログ／デジタル変換を行う変換回路と、検出されたドップラー周波数からパルスドップラー方式により流量を算出し、かつ変換回路の出力から伝搬時間差方式により流量を算出する制御手段とを備えることを特徴とする。

[0031] 後述の第4の実施の形態では、パルスドップラー方式の流量計測専用の第2の電気／超音波トランスデューサをさらに備え、ハードウェア手段は、1対の電気／超音波トランスデューサと第2の電気／超音波トランスデューサの両方に送信パルス信号を与え、検出回路は、第2の電気／超音波トランスデューサから得られる受信信号からドップラー周波数を検出する。

[0032] 後述の第5の実施の形態では、前記の少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサは1対のみであり、ハードウェア手段のパルスドップラー方式用のパルス信号出力および変換手段の入力と1対のみの電気／超音波トランスデューサの一方のトランスデューサとの間に挿入され、パルスドップラー方式の計測期間のみ回路を接続するスイッチ手段をさらに備え、検出回路は、一方のトランスデューサから出力された超音波パルスのエコーである受信信号からドップラー周波数を検出する。

[0033] 制御手段およびハードウェア手段は、連携して、外部からのコマンドまたは信号に応じて、パルスドップラー方式、伝搬時間差方式、および両方式同時の流量計測モードを切り替えてもよい。

[0034] さらに、本発明の第5の観点は、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測とを切り替えて実施することができる超音波流量計を与える。本超音波

流量計は、伝搬時間差方式の流量計測に必要な少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサと、唯一の出力端子を備え、この出力端子から、1対の電気／超音波トランスデューサに伝搬時間差方式の流量計測に必要なパルス信号を与え、1対の電気／超音波トランスデューサの一方にパルスドップラー方式の流量計測に必要なパルス信号を生成出力するパルス生成手段と、1対の電気／超音波トランスデューサを含む任意の1つのトランスデューサを用いて、パルスドップラー方式の流量計算に必要なドップラー周波数を検出する検出回路と、以上の資源により、上流から下流への超音波パルス送信により得た第1の受信信号と下流から上流への超音波パルス送信により得た第2の受信信号との増幅およびアナログ／デジタル変換を可能とする切り替え手段(=送受信タイミング制御部)と、検出されたドップラー周波数からパルスドップラー方式により流量を算出し、かつアナログ／デジタル変換の結果から伝搬時間差方式により流量を算出する制御手段とを備えることを特徴とする。

[0035] 後述の第6の実施の形態では、検出回路が、その前方の段に増幅器を備え、かつ後方の段に実部データおよび虚部データをそれぞれ処理する1対のアナログ／デジタル変換器を備え、切り替え手段が、1対のアナログ／デジタル変換器の直前に挿入され、パルスドップラー方式の計測期間のみ回路を接続し、伝搬時間差方式の計測期間は、増幅器の出力を1対のアナログ／デジタル変換器の一方の入力に接続する1対の2択スイッチ手段を含み、共通端子がハードウェア手段の前記唯一の出力端子および変換手段の入力端子に接続され、1対の接点が1対のみの電気／超音波トランスデューサのそれぞれ接続された第2のスイッチ手段をさらに備え、切り替え手段は、1対のスイッチ手段および第2の2択スイッチ手段の切り替え制御を行い、パルスドップラー方式の計測期間中は、増幅器の入力を前記一方のトランスデューサに接続し、伝搬時間差方式の計測期間は伝搬時間差方式の計測アルゴリズムに従って第2のスイッチ手段を切り替える。

[0036] 後述の第7の実施の形態では、前記の少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサは、複数対のトランスデューサであり、第2のスイッチ手段は、前記複数の2倍の接点を有する択一スイッチであり、前記複数の2倍の接点は、前記複数対のトランスデューサに1対1に接続され、切り替え手段は、前記複数対のトランスデューサの各

対にパルスドップラー方式の計測期間と伝搬時間差方式の計測期間とを割り当て、各対に対して、パルスドップラー方式の計測期間中は、増幅器の入力が当該トランスデューサ対の一方に接続され、伝搬時間差方式の計測期間は増幅器と当該トランスデューサ対とが伝搬時間差方式の計測アルゴリズムに従って接続されるように第2のスイッチ手段を切り替える。

[0037] 制御手段および切り替え手段は、連携して、外部からのコマンドまたは信号に応じて、パルスドップラー方式、伝搬時間差方式、および両方式同時の流量計測モードを切り替えてもよい。

図面の簡単な説明

[0038] [図1A]超音波を用いたパルスドップラー法による流量測定の実理を説明する概念図である。

[図1B]超音波を用いたパルスドップラー法による流量測定の実理を説明する概念図である。

[図1C]超音波を用いたパルスドップラー法による流量測定の実理を説明する概念図である。

[図2A]超音波を用いた伝播時間差法による流量測定の実理を説明する概念図である。

[図2B]超音波を用いた伝播時間差法による流量測定の実理を説明する線図である。

[図2C]超音波を用いた伝播時間差法による流量測定の実理を説明する線図である。

[図3]本発明の一実施の形態である超音波流量計の構成の一例を示す概念図である。

[図4]本発明の他の実施の形態である超音波流量計の構成の一例を示す概念図である。

[図5]その作用の一例を示す概念図である。

[図6]本発明のさらに他の実施の形態である超音波流量計の構成の一例を示すブロック図である。

[図7]その作用の一例を説明する概念図である。

[図8]その作用の一例を説明する概念図である。

[図9]本発明の第4の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。

[図10]送信パルス発生器122、トランスデューサ111u、111dおよび受信信号処理部140が行う伝搬時間差方式の流量計測動作の例を示すフローチャートである。

[図11]本発明の第5の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。

[図12]本発明の第5の実施の形態により両方式の計測動作を同時に並行して行う過程におけるスイッチの状態と信号のタイミングを示す図である。

[図13]本発明の第6の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。

[図14]本発明の第6の実施の形態の超音波流量計103の動作におけるスイッチSW1、SW3およびSW4の状態を示す説明図である。

[図15A]本発明の第7の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。

[図15B]本発明の第7の実施の形態による超音波流量計におけるトランスデューサの配置例を示す略断面図である。

[図15C]本発明の第7の実施の形態による超音波流量計におけるトランスデューサの配置例を示す略断面図である。

[図16]本発明の第7の実施の形態により、トランスデューサ対の1つ(例えば、T=111, 112or113)に対して行われる超音波流量計104の動作における、スイッチSW1a、SW3およびSW4の状態を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

[0039] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の説明では、各図および各実施の形態に共通する構成要素には同一の符号を付して、重複した説明は割愛する。

[0040] [第1の実施の形態]

図3は、本発明の一実施の形態である超音波流量測定方法を実施する超音波流

量計の構成の一例を示す概念図である。

- [0041] 本実施の形態の超音波流量計は、測定対象の流体51が流通する配管50に装着され、各々が超音波の送受信器として機能する圧電素子等を備えた複数の検出器41、検出器42、検出器43(トランスデューサ部)を備えている。すなわち、検出器41〜検出器43の各々は、一例として、図7に例示されるように、超音波振動等の音響信号と電気信号の相互変換を行う圧電素子40aと、この圧電素子40aと配管50の外壁面との間に介在し、圧電素子40aで発生した超音波振動を所定の入射角度で配管50に伝達し、配管50側の超音波振動を圧電素子40aに伝達する楔体40bで構成されている。
- [0042] 一对の検出器41および検出器42は、配管50の軸を挟んで互いに反対側に、流体51の流通方向に上流側および下流側にずれた位置に配置されており、互いに他から放射される超音波の伝播経路上に位置している。このような検出器の取り付け方を、便宜上“Z法”と略称する。
- [0043] また、検出器43は、超音波の放射経路が、配管50の中心軸を通り、その装着位置から下流側に傾斜するように設置されている。
- 一对の検出器41および検出器42は、検出器切替スイッチ15を介して、当該検出器切替スイッチ15、受信信号増幅制御部11、A/D変換部12、伝播時間演算部13、流量演算部14と、送信パルス生成部31および送受信タイミング制御部32からなる伝播時間差方式部10(第1の流量計測部)に接続されている。
- [0044] この伝播時間差方式部10では、送受信タイミング制御部32から出力される送信起動信号32aに同期して送信パルス生成部31から出力される送信パルス電力を検出器切替スイッチ15を介して一方の検出器41に印加して超音波を発振させ、その直後に、検出器切替スイッチ15を検出器42側に切り換えて当該検出器42に到達する超音波を受信して電気信号に変換して受信信号増幅制御部11に入力して増幅し、さらに、この受信信号を、送受信タイミング制御部32から出力されるA/Dサンプリングクロック32bに同期してA/D変換部12にてデジタル変換して伝播時間演算部13に入力する動作を、検出器切替スイッチ15の切替動作により、検出器41と検出器42で送信側と受信側を入れ換えて交互に実行する。

- [0045] そして、伝播時間演算部13では、図2A～図2Cの測定原理により、検出器41と検出器42の間の超音波の配管50内を経由した伝達遅延時間に基づいて流体51の流速を検出し、流量演算部14では、この流速から流量を演算して計測値出力切替スイッチ34を介して出力する動作が行われる。
- [0046] また、検出器43は、受信信号増幅制御部21、A/D変換部22、流速分布演算部23、積分演算部24と、伝播時間差方式部10と共通の送信パルス生成部31および送受信タイミング制御部32からなるパルスドップラー方式部20（第2の流量計測部）に接続されている。
- [0047] そして、このパルスドップラー方式部20では、送受信タイミング制御部32から出力される送信起動信号32aに同期して送信パルス生成部31から出力される送信パルス電力を検出器43に印加して超音波を配管50内に放射し、流体51内の気泡等で反射されたエコー波を受信信号増幅制御部21で検出して増幅し、送受信タイミング制御部32から出力されるA/Dサンプリングクロック32cに同期してA/D変換部22でデジタル信号に変換して流速分布演算部23に入力し、流速分布演算部23では、図1A～図1Cに例示した原理にて配管50内の流速分布を演算し、積分演算部24にて流量に変換して計測値出力切替スイッチ34に出力する動作が行われる。
- [0048] 伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20の出力側には、計測値出力切替スイッチ34が設けられ、この計測値出力切替スイッチ34を介して、伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20の出力が選択的に出力される構成となっている。
- [0049] この計測値出力切替スイッチ34と、伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20に共通に設けられた送信パルス生成部31および送受信タイミング制御部32は、計測方式切替制御部33から出力される出力選択信号33aおよび計測方式選択信号33bにて、上述の伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20のいずれの動作を行うか等が制御される。
- [0050] また、伝播時間差方式部10の伝播時間演算部13およびパルスドップラー方式部20の流速分布演算部23の各々からは、計測状態データ13aおよび計測状態データ23aが、計測方式切替制御部33に入力され、計測方式切替制御部33は、このデータ

に基づいて伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20のいずれを動作させるか、あるいは並行動作させるか、等の判断を行う。

[0051] このように、本実施の形態では、計測状態データ13aや計測状態データ23a等の情報に基づいて、伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20の動作状況判断しながら、計測方式切替制御部33が、伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20、さらには計測値出力切替スイッチ34を制御して、伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20のいずれを動作させて流量の検出を行うかを切り換えながら配管50における流体51の流量計測を行うので、伝播時間差方式部10とパルスドップラー方式部20の長所を合わせて、制限のない広い測定範囲で高精度にて流量測定を行うことが可能になる。

[0052] たとえば、計測状態データ23aによってパルスドップラー方式部20で計測中に測定可能範囲を超過したこと、あるいは、流体51内に気泡や不純物がなく、超音波エコーでの測定が不能になった等の事象を検出した場合には、伝播時間差方式部10を起動するとともに、計測値出力切替スイッチ34の出力を伝播時間差方式部10側に切り換えて、計測を継続することが可能になる。

[0053] このように、計測方式切替制御部33は、計測状態データ13aおよび計測状態データ23aに基づく各々の測定結果から、配管50内の流体51の状態を把握し、出力選択信号33aによる送信パルス生成部31および送受信タイミング制御部32に切換制御、および計測方式選択信号33bによる計測値出力切替スイッチ34の切換制御にて、伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20の両方式を並列して動作させて流量測定を行うか、もしくは伝播時間差方式部10またはパルスドップラー方式部20のいずれか適する方式に切り替えることで、流体51の状態に影響されことなく、広い測定範囲にて、かつ高い測定精度を実現することが可能になる。

[0054] 〔第2の実施の形態〕

図4は、本発明の他の実施の形態である超音波流量計の構成の一例を示す概念図である。この図4の構成は、上述の図3の構成において、パルスドップラー方式部20の受信信号増幅制御部21の前段に検出器切替スイッチ35を配置し、伝播時間差方式部10の一对の検出器41(第1のトランスデューサ部)および検出器42(第2のト

ランスデューサ部)の双方を、パルスドップラー方式部20と共有することで、検出器の数を減らした例を示すものである。

[0055] すなわち、図4の構成例では、伝播時間差方式部10で用いる一対の検出器41および検出器42を検出器切替スイッチ35を介してパルスドップラー方式部20に接続して片方もしくは双方を共有することで、パルスドップラー方式部20に専用の検出器43を省略し、全体の検出器の個数を、図3の3個から2個に減らした構成となっている。

[0056] 伝播時間差方式部10の伝播時間差法では、検出器の取り付け方に、前述の“Z法”と後述の“V法”がある。

“Z法”では、図4に例示されるように、一対の検出器41および検出器42を、配管50の中心軸を挟んで互いに反対側の壁面に、上流側および下流側にずらして配置したものであり、検出器41および検出器42の各々から放射される超音波の進路上に互いに他の検出器が位置する。

[0057] そして、この“Z法”で取り付けた場合には、1対の検出器41および検出器42の双方を、検出器切替スイッチ35の切換動作で共有化し、図5に例示されるように、検出器41および検出器42の各々で測定された流速分布のうち、配管中央から反対側(当該検出器から遠い側)の配管壁までの部分を組み合わせて、配管直径全域の流速分布を求めることにより、非対称な流れに対しても、精度良く流量計測ができる。

[0058] すなわち、図4の構成例におけるパルスドップラー方式部20は、流速分布演算部は、検出器切替スイッチ35を検出器41の側に接続して検出された流速分布(図5の左側半分)を演算するための流速分布演算部23-1と、検出器切替スイッチ35を検出器42の側に接続して検出された流速分布(図5の右側半分)を演算するための流速分布演算部23-2と、検出器切替スイッチ35の切換動作に連動して、送受信タイミング制御部32からの選択信号32dにより流速分布演算部23-1または流速分布演算部23-2のいずれを動作させるかを切り換える入力切替スイッチ23-3を備えている。

[0059] これにより、図5に例示されるように、パルスドップラー方式部20を検出器41に接続した状態では、流速分布演算部23-1を動作させて、当該検出器41から遠い側の半

断面領域の流速分布51aを計測し、検出器42に接続した状態では、当該検出器42から遠い側の半断面領域の流速分布51bを計測し、後段の積分演算部24では、流速分布演算部23-1(検出器41)と流速分布演算部23-2(検出器42)の流速分布を足し合わせた全断面領域の流速分布51cに基づいて流量の演算を行って流量測定値として出力する。

[0060] このように、図4および図5の本実施の形態では、伝播時間差方式部10の伝播時間差法に必要な一対の検出器41および検出器42を、検出器切替スイッチ35を介して、パルスドップラー法を用いるパルスドップラー方式部20の側に共用させ、単一の検出器を用いる場合のパルスドップラー法の技術的課題である、検出器近傍側の流速分布測定精度低下を、検出器41および検出器42による計測データの足し合わせにて補い合うことで、測定精度の向上を実現することができる。

[0061] また、パルスドップラー方式部20側における検出器41(または検出器42)を使用時の流量計測中に、当該パルスドップラー方式部20に接続されていない側の検出器42(または検出器41)を伝播時間差方式部10に接続して、音響信号を受信することで、パルスドップラー方式部20側の計測処理と並行して、伝播時間差方式部10による流量分布の計測を行わせることができる。

[0062] [第3の実施の形態]

図6は、本発明のさらに他の実施の形態である超音波流量計の構成の一例を示すブロック図であり、図7および図8は、その作用の一例を説明する概念図である。

[0063] この図6の実施の形態では、配管50の同一側面において軸方向に、下流側に検出器41を配置し、上流側に検出器42を配置し、伝播時間差方式部10における測定時に、検出器41および検出器42から放射される超音波の伝播経路が、配管50の中心軸を横切って反対側の壁面に反射されることによりV字形となるようにしたものである。このような検出器の配置方法を便宜的に“V法”と略称する。

[0064] そして、この図6の実施の形態において、伝播時間差方式部10では、検出器41から超音波を送出し、反対側の壁面で反射して他方の検出器42に入射する音響信号を検出して配管50における流体51の流速分布を計測する。

[0065] 一方、パルスドップラー方式部20では、検出器切替スイッチ35により、検出器41お

よび検出器42を使用して後述のような流速分布の測定動作を行う。

すなわち、パルスドップラー法において、一つの検出器にて流速の測定を行う場合、図7に示されるように、流体51の流速 V_f (流れ方向)は、配管50の軸に平行であることを前提とし、流体51に対する超音波の入射角が θ_f であるとき、ドップラーシフト周波数 $f_d \propto V_f \cdot \sin \theta_f$ となることを利用して流速を求めている。

[0066] このため、流体51の流れ方向(流速 V_{fx})が配管50の軸方向に平行でなく、配管50の径方向の誤差成分 V_{fh} を持つ場合には、図8に示されるように、一つの検出器41による流速分布 α は、式(8)となり、計測される流速値に誤差成分: $V_{fh} \cdot \cos \theta_f$ を含むことになる。

[0067] [数8]

$$\alpha = V_{fx} \cdot \sin \theta_f + V_{fh} \cdot \cos \theta_f \quad \dots (8)$$

[0068] [数9]

$$\beta = -V_{fx} \cdot \sin \theta_f + V_{fh} \cdot \cos \theta_f \quad \dots (9)$$

そこで、図6の実施の形態のように、検出器41および検出器42を“V法”で取り付けた場合には、1対の検出器41および検出器42の双方を、伝播時間差方式部10およびパルスドップラー方式部20にて共有し、各々の検出器で測定された流速分布の差をとることにより径方向の成分 V_{fh} をキャンセルし、軸方向の流速分布のみを算出でき、精度良く流量計測ができる。

[0069] すなわち、図8に示されるように、一方の検出器41による式(8)の流速分布 α と、他方の検出器42による式(9)の流速分布 β を、パルスドップラー方式部20の流速分布演算部23-1および流速分布演算部23-2でそれぞれ演算し、後段の積分演算部24では、これらの差分の平均値 $= (\alpha - \beta) / 2$ を求めて流速分布とすることにより、配管50の流体51において非対称流や径方向成分がある場合でも、精度よく流速分布およびそれに基づく流量測定が可能となる。

[0070] 以上説明したように、本発明の実施の形態によれば、配管50を流通する流体51の状態に応じて、パルスドップラー法のパルスドップラー方式部20と、伝播時間差法の

伝播時間差方式部10を並列、もしくは切替えて流量計測を行なえるようになり、計測精度、計測可能範囲を向上することが可能となる。また、その際に、検出器41および検出器42を両方式で共有化することで、必要な検出器の数量が削減され超音波流量計の製品コストの低減、検出器の設置作業の簡略化を実現できる。

[0071] また、少なくとも一対の検出器が必要な伝播時間差方式部10の当該検出器を、少なくとも一つの検出器しか必要としないパルスドップラー方式部20にて共有し、パルスドップラー方式部20においては、個々の検出器を用いて測定された複数の流速の測定結果を組み合わせることで、コスト増を抑えつつ、非対称流や径方向成分がある流れのときのパルスドップラー法の流量の計測精度を高めることができる。

[0072] 上述の各実施の形態の説明では、超音波による流量検出法として、伝播時間差法、およびパルスドップラー法を用いる場合を例示したが、これに限らず、超音波を用いて流体の流速ならびに流量の計測を行う超音波流量測定技術に広く適用することができる。

[0073] [第4の実施の形態]

図9は、本発明の第4の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。図9において、本発明の超音波流量計101は、パルスドップラー方式の計測系(110+130)と伝播時間差方式の計測系(111+140)とを兼ね備えることにより、パルスドップラー方式の流量計測と伝播時間差方式の流量計測とを同時に並行して実施することが可能である。

[0074] 即ち、超音波流量計101は、パルスドップラー方式の流量計測を行うために計測対象の流体を通す配管の外壁に取り付けられ超音波の送受信を行う電気／超音波トランスデューサ(以下、単に「トランスデューサ」と称する)110、伝播時間差方式の流量計測を行うために上記の配管の上流側と下流側の対抗する外壁に取り付けられる一対のトランスデューサ111uおよび111d(一括して、単に「111」と記す)、上記のトランスデューサ110および111に供給する送信パルスのタイミングおよびトランスデューサからの受信信号の処理タイミングを制御する送受信タイミング制御部120、送受信タイミング制御部120からの送信起動信号に応じてトランスデューサ110、112への送信パルスは発生する送信パルス発生器122、パルスドップラー方式計測用のラン

スデューサ110からの受信信号からドップラー周波数を検出するドップラー周波数検出部130、伝搬時間差方式計測用のトランスデューサ111からの受信信号を処理する受信信号処理部140、伝搬時間差方式の計測に関する送受信信号の切り替えを行うスイッチSW、およびドップラー周波数検出部130からの実部データと虚部データから流量を算出するとともに受信信号処理部140から渡されるデータからも流量を算出する演算制御部150からなる。演算制御部150は、図示しないCPU(中央情報処理装置)を含むマイクロコンピュータからなり、典型的にはROM(読み出し専用記憶装置)に格納されたプログラムの制御下で動作して超音波流量計101全体を制御する。送受信タイミング制御部120は、個別部品でも構成できるが、例えばPAL(programmable array logic)などを用いて容易に実現することができる。

[0075] ドップラー周波数検出部130は、トランスデューサ110からの信号を増幅する増幅器131、入力が増幅器131の出力に接続された直交検波器132、直交検波器132からの実部データ出力と虚部データ出力にそれぞれ接続される一対のフィルタ133Rおよび133I、ならびにフィルタ133Rおよび133Iにそれぞれ接続された一対のアナログ／デジタル(A/D)変換器134Rおよび134Iからなる。また、受信信号処理部140は、増幅器131と同様の増幅器131PとA/D変換器134Pからなる。

[0076] 次に、本発明の本実施の形態による超音波流量計101の動作を簡単に説明する。まず、演算制御部150が流量計測開始指示MSを送受信タイミング制御部120に送る。これに応じて、送受信タイミング制御部120は、パルスドップラー方式計測用の送信パルスTDおよび伝搬時間差方式計測用の第1の送信パルス(即ち、例えば上流のトランスデューサ111uに与える送信パルス)TP1を送信すべき旨の指示を送信パルス発生器122に与え、送信パルス発生器122は、即座に送信パルスTDおよびTP1を発信・出力する。これにより、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測が同時に開始される。

[0077] ドップラー周波数検出部130と演算制御部150が行うパルスドップラー方式の流量算出処理は、従来 방식は勿論、今後考案される流量算出方式も含めて、如何なる流量算出方式で行ってもよい。同様に、受信信号処理部140および演算制御部150が行う伝搬時間差方式の流量算出処理は、従来方式は勿論、今後考案される流

量算出方式も含めて、如何なる流量算出方式で行ってもよい。

[0078] まず、パルスドップラー方式の流量計測では、送信パルスTDがトランスデューサ110に印加されると、トランスデューサ110から超音波信号が配管内に送出され、このエコーがトランスデューサ110で電気信号に変換され、これが受信信号RDとしてトランスデューサ110から取り出される。受信信号RDは、ドップラー周波数検出部130に入力され、ドップラー周波数の検出が行われる。演算制御部150は、ドップラー周波数検出部130から受け取ったデータを基に流速分布および流量を算出する。

[0079] 図10は、送信パルス発生器122、トランスデューサ111u、111dおよび受信信号処理部140が行う伝搬時間差方式の流量計測動作の例を示すフローチャートである。図10において、スイッチSWの共通端子を接点aに接続し(ステップ202)、送信パルス発生器122に第1の送信パルスTP1を送信させる(ステップ204)。これにより、超音波パルスが上流側のトランスデューサ111uから下流側のトランスデューサ111dに向けて出力される(ステップ206)。次に、スイッチSWの共通端子を接点bに接続し(ステップ208)、トランスデューサ111dからの受信信号RP1を受信信号処理部140にて所定の間隔で標本化しA/D変換して、結果を演算制御部150に渡す(ステップ210)。A/D変換が終了した後(ステップ212)、送信パルス発生器122に第2の送信パルスTP2を送信させる(ステップ214)。これにより、超音波パルスが下流側のトランスデューサ111dから上流側のトランスデューサ111uに向けて出力される(ステップ216)。次に、再びスイッチSWの共通端子を接点aに接続し(ステップ218)、トランスデューサ111uからの受信信号RP2を受信信号処理部140にて所定の間隔で標本化しA/D変換して、結果を演算制御部150に渡す(ステップ220)。A/D変換が終了した後(ステップ222)、以上の処理を所定の回数だけ繰り返したか否かを判断し、所定の回数に達するまで処理を繰り返す(ステップ224)。150では、受信信号処理部140から受け取ったデータを元に流速および流量を算出する。

[0080] 以上述べたように、図9の超音波流量計101は、パルスドップラー方式の計測系(110+130)と伝搬時間差方式の計測系(111+140)とを完備しているので、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測とを同時に並行して実施することが可能である。

[0081] 〔第5の実施の形態〕

図11は、本発明の第5の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。図11において、本実施の形態の超音波流量計102は、パルスドップラー方式計測用のトランスデューサ110が除去された代わりに、スイッチSW1が追加され、スイッチSWがSW2に置き換わり、送受信タイミング制御部が120から120aに置き換わった点を除けば、図9の超音波流量計101と同じである。したがって、相違点のみを説明する。まず、スイッチSWの代わりとなったSW2の接点aおよびbは、スイッチSW1の接点aおよびbにもそれぞれ接続される。スイッチSW1の共通端子は、送信パルス発生器122の送信信号TD出力端子およびドップラー周波数検出部130の入力端子に接続される。スイッチSW1およびSW2のa接点が上流側のトランスデューサ111uに、スイッチSW1およびSW2のb接点が下流側トランスデューサ111dにそれぞれ接続される。

[0082] 本実施の形態の超音波流量計102では、ドップラー周波数検出部130と受信信号処理部140とを兼ね備え、1対のトランスデューサ111u、111dは伝搬時間差方式の計測で用いられるとともに、ドップラー方式の流量計測にも利用できるように、スイッチSW1による信号の切り替えが必要となる。

[0083] 次に、本発明の第5の実施の形態の超音波流量計102の動作を説明する。まず、演算制御部150が流量計測開始指示MSを送受信タイミング制御部120aに送る。これに応じて、送受信タイミング制御部120aは、パルスドップラー方式と伝搬時間差方式の共用の送信パルスTD (TP1)を送信すべき旨の指示を送信パルス発生器122に与え、送信パルス発生器122は、即座に送信パルスTD兼TP1を発信・出力する。これにより、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測が同時に開始される。図12は、本発明の第5の実施の形態によりパルスドップラー方式および伝搬時間差方式の両方式の計測動作を同時に並行して行う際のスイッチの状態および各種信号のタイミングを示す図である。図12において、送受信タイミング制御部120aは、初期設定としてスイッチSW1の共通端子を接点aに接続し(以降、単に「スイッチSW1をa側に切り替える」のように表現する)、スイッチSW2をb側に切り替えておく。上述のように、送信パルス発生器122から送信信号TD兼TP1が出力される

と、この信号はスイッチSW1の接点a(以下、単に「SW1a」のように記す)から上流側トランスデューサ111uに供給される。トランスデューサ111uから出力された超音波パルスは流体を伝搬する過程で、一部は反射されてトランスデューサ111uに戻り、その他は下流のトランスデューサ111dで感知される。

[0084] 下流側トランスデューサ111dで感知され変換された受信信号RP1は、接点SW2bを介してスイッチSW2から受信信号処理部140の入力端子に供給され、伝搬時間差方式の流量計測に使用される。

[0085] 一方、トランスデューサ111uに戻った超音波パルスは、電気信号に変換され受信信号RDとなり、これがスイッチSW1の接点aを介してスイッチSW1からドップラー周波数検出部130の入力端子に供給され、パルスドップラー方式の流量計算に使用される。

[0086] 次に、送受信タイミング制御部120aは、スイッチSW1をb側に切り替え、スイッチSW2をa側に切り替える。そして、送信パルス発生器122にパルスドップラー式計測用の送信信号TD(これは、伝搬時間差方式の流量計測で用いる2番目の送信信号TP2の役も果たす)を発生させる。この送信信号TD(=TP2)は、スイッチSW1の接点bを介して下流のトランスデューサ111dに供給される。信号TDはトランスデューサ111dから超音波パルスとして出力される。この超音波パルスは、上流側のトランスデューサ111uで電気信号に変換され受信信号RP2となる。受信信号RP2は、スイッチSW2の接点aを介してスイッチSW2から受信信号処理部140の入力端子に供給され、前述のRP1とともに伝搬時間差方式の流量計算に使用される。また、トランスデューサ111dから出力された超音波パルスは、流体内の気泡などで散乱され、散乱波の一部はエコーとしてトランスデューサ111dに戻り、送信パルスTDのエコー信号としてスイッチSW1のb接点を介してドップラー周波数検出部130に供給される。

[0087] 以上の計測周期を所定の回数だけ繰り返すことにより、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測とが同時に並行して実施される。

なお、以上の説明では、1計測周期にパルスドップラー方式の計測を2回行ったが、何れか1回のみ行ってもよい。

[0088] また、以上述べた両方式同時並列動作では、送信パルス発生器122の伝搬時間

差方式用のパルス出力を使用しなかった。したがって、両方式を同時並列的に行う分には、送信パルス生成器122は、一種類のパルスを生成する機能があれば十分である。しかし、図11の超音波流量計で、異なる仕様の送信パルスを用いて両方式切り替えて動作させる場合を想定して、送信パルス発生器122にパルスドップラー方式の出力端子と伝搬時間差方式の出力端子を示した。

[0089] 〔第6の実施の形態〕

図13は、本発明の第6の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。図13において、本実施の形態の超音波流量計103は、スイッチSW2および受信信号処理部140が除去され、送受信タイミング制御部が120aから120bに置き換わり、送信パルス発生器が122から122aに置き換わり、さらにドップラー周波数検出部が130から130aに置き換わった点を除けば、図11の超音波流量計102と同じである。したがって、相違点のみを説明する。ドップラー周波数検出部130aは、フィルタ133RとA/D変換器134Rとの間にスイッチSW3が挿入され、フィルタ133IとA/D変換器134Iとの間にスイッチSW4が挿入されたことを除けば、ドップラー周波数検出部130と同じである。

[0090] 即ち、本実施の形態では、ドップラー周波数検出部の増幅器およびA/D変換器が、パルスドップラー方式と伝搬時間差方式の両方に用いられる。したがって、両方式の計測信号処理を同時並行的に行うことはできないが、両方式を交互に、またはマイクロコンピュータなどの上位のシステムからの切り替え指示により、何れかの方式を選択して、流量計測を行うことが可能となる。

[0091] なお、本実施の形態では、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測を交互に行うので、送信パルス発生器122aは、送信信号出力端子を1つのみ有し、送信信号 T_m ($m=D, P1$ または $P2$)を発生・出力する。

[0092] 図14は、本実施の形態の超音波流量計103の動作におけるスイッチSW1、SW3およびSW4の状態を示す説明図である。まず、パルスドップラー方式の計測の場合、スイッチSW1、SW3およびSW4をすべてa側に切り替える。これにより、トランスデューサ111u、スイッチSW1およびドップラー周波数検出部130aからなる回路は、図9のトランスデューサ110およびドップラー周波数検出部130からなる回路と同じにな

り、パルスドップラー方式の計測が可能であることがわかる。なお、スイッチSW3およびSW4をa側に、スイッチSW1をb側に切り替えれば、下流側のトランスデューサ111dを用いたパルスドップラー方式の計測が可能となることは、当業者には明らかである。

[0093] また、伝搬時間差方式の計測の場合は、スイッチSW3およびSW4とともにb側に切り替えればよい。これにより、スイッチSW1、増幅器131、スイッチSW4およびA/D変換器134Iからなる回路は、図9のスイッチSW、増幅器131PおよびA/D変換器134Pからなる回路と同じになり、伝搬時間差方式の計測が可能であることがわかる。伝搬時間差方式の計測中、スイッチSW1に対しては、図10のスイッチSWと全く同様の切り替え制御が行われる。なお、SW3は、スイッチ機能としては不要であるが、直交検波後の正弦および余弦の成分をA/D変換器するまでの信号経路を等しくすることが望ましいため、本実施の形態では図示した。

[0094] 〔第7の実施の形態〕

図15Aは、本発明の第7の実施の形態による超音波流量計の構成を示す略ブロック図である。図15Aにおいて、本実施の形態の超音波流量計104は、送受信タイミング制御部が120bから120cに置き換わり、スイッチSW1が6接点択一スイッチSW1aに置き換わり、トランスデューサ対112および113が追加された点を除けば、図13の超音波流量計103と同じである。したがって、相違点のみを説明する。図15Bおよび図15Cに示すように、トランスデューサ対111、112および113は、配管の周囲にほぼ等間隔に配置される。6接点択一スイッチSW101aは、1つの共通端子と6個の接点を有するスイッチである。6個の接点には、上流側と下流側のトランスデューサ111u、111d、112u、112d、113uおよび113dが順に接続されている。したがって、スイッチSW1aは、トランスデューサ対111、112および113用の部分スイッチSW1-11、SW1-12およびSW1-13が一体になったものとする。例えば、部分スイッチSW1-11の上流側のトランスデューサに接続された接点をSW1-11uと表し、下流側のトランスデューサに接続された接点をSW1-11dと表す。また、説明を簡単にするため、任意のトランスデューサをT(=111, 112or113)であらわし、例えば、「上流側のトランスデューサTuが接続されるのは、部分スイッチSW1-Tの接

点SW1-Taである」という具合に表現する。

[0095] 本実施の形態の超音波流量計104では、トランスデューサ対111, 112および113の各について、パルスドップラー方式の計測と伝搬時間差方式の計測を行う。

図16は、本実施の形態により、トランスデューサ対の1つ、例えば、T(=111, 112or113)に対して行われる超音波流量計104の動作における、SW3およびSW4の状態を示す説明図である。パルスドップラー方式の計測の場合、SW3およびSW4とともにa側に切り替え、スイッチSW1-Tを例えばSW1-Tu側に切り替える。これにより、上流側のトランスデューサTu、スイッチSW1aおよびドップラー周波数検出部130aからなる回路は、図9のトランスデューサ110およびドップラー周波数検出部130からなる回路と同じになり、パルスドップラー方式の計測が可能であることがわかる。勿論、スイッチSW1-TをSW1-Td側に切り替え下流側のトランスデューサTdを用いても、ドップラー方式の計測が可能であることは、当業者には自明である。

[0096] また、伝搬時間差方式の計測の場合は、スイッチSW3およびSW4とともにb側に切り替えればよい。これにより、スイッチSW1-T, 増幅器131、スイッチSW4およびA/D変換器134Iからなる回路は、図9のスイッチSW, 増幅器131PおよびA/D変換器134Pからなる回路と同じになり、伝搬時間差方式の計測が可能であることがわかる。伝搬時間差方式の計測中、スイッチSW1-Tに対しては、図10のスイッチSWと全く同様の切り替え制御が行われる(ただし、接点を区別するuおよびdは、aおよびbにそれぞれ対応する)。

[0097] この実施の形態では、トランスデューサを3対用いる例で説明したが、2対でも、4対以上でも、トランスデューサの個数と、スイッチSW1aの接点数を一致させて調節することにより、実現することができる。

[0098] 以上は、本発明の説明のために実施の形態を掲げたに過ぎない。したがって、本発明の技術思想または原理に沿って上述の実施の形態に種々の変更、修正または追加を行うことは、当業者には容易である。

[0099] 例えば、第2に実施の形態においては、トランスデューサ111uを用いて各計測周期の最初の送信パルスによるエコー信号からパルスドップラー方式の計測を行ったが、トランスデューサ111dを用いて第2の送信パルスによるエコー信号からパルスド

ップラー方式の計測を行ってもよい。

[0100] なお、第3および第4の実施の形態では、パルスドップラー方式と伝搬時間差方式とを交互に切り替える例であったが、両方式の切り替え方法は、この他にも種々の方法が考えられる。例えば、外部(例えば、利用者または上位のシステム)からの方式切り替えコマンドまたは信号を演算制御部150aが受けられるようにし、この方式切り替えコマンドまたは信号に応じて、演算制御部150aが送受信タイミング制御部120bに方式を切り替えさせるようにしてもよい。

[0101] また、第4および第5の実施の形態においては、パルスドップラー方式と伝搬時間差方式とを同時並列的に行う例を説明したが、例えば、外部(例えば、利用者または上位のシステム)からの方式切り替えコマンドまたは信号を演算制御部150aが受けられるようにし、この方式切り替えコマンドまたは信号に応じて、演算制御部150aが送受信タイミング制御部にパルスドップラー方式、伝搬時間差方式、および両方式同時の流量計測モードを切り替えさせるようにしても良い。

産業上の利用可能性

[0102] 本発明によれば、流速や気泡量等の流体の状態に影響されことなく、流体の流量を広範囲にかつ高精度に測定することが可能となる。

また、流体の流速や気泡量等の状態に影響されことなく、計測精度および計測可能範囲を向上させることが可能な超音波流量計における製造コストの削減および検出器の設置の簡略化を実現することができる。

[0103] また、コスト増を抑制しつつ、単一の検出器を用いる場合のパルスドップラー法に固有の技術的課題を解消して、流量の計測精度の向上を実現することができる。

また、本発明によれば、パルスドップラー方式および伝搬時間差方式の両方式による流量計測に必要な資源を備えることにより、両方式の流量計測ができるので、流速の広い範囲にわたり高精度の流量計測が可能となる。

請求の範囲

- [1] 超音波を用いて互いに異なる測定原理にて配管中の流体の流量測定を行う複数の流量計測部を備えたことを特徴とする超音波流量計。
- [2] 超音波を用いて互いに異なる測定原理にて配管中の流体の流量測定を行う複数の流量計測部と、前記配管に装着され音響信号と電気信号の相互変換を行うとともに複数の前記流量計測部にて共用されるトランスデューサ部と、を備えたことを特徴とする超音波流量計。
- [3] 伝播時間差法にて前記配管内の流体の流量を検出する第1の流量計測部と、パルスドップラー法にて前記配管内の流体の流量を検出する第2の流量計測部と、測定対象の流体が流通する前記配管に装着され、各々が音響信号と電気信号の相互変換を行う複数の第1および第2のトランスデューサ部と、前記トランスデューサ部を前記第1の流量計測部および前記第2の流量計測部に共用させるためのトランスデューサ切替手段と、を備えたことを特徴とする超音波流量計。
- [4] 複数の前記第1および第2のトランスデューサ部は、前記配管の軸を挟んで互いに反対側の位置に、前記流体の流通方向に互いにずれた位置に装着され、
前記第1の流量計測部では、前記第1のトランスデューサ部から送信され、前記第2のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間と、前記第2のトランスデューサ部から送信され、前記第1のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間との時間差を計測して前記流体の流量を計測し、
前記第2の流量計測部では、前記第1および第2のトランスデューサ部の各々を用いて測定された流速分布のうち、当該トランスデューサ部から見た前記配管の中央から反対側の配管壁までの測定値を組み合わせて、前記配管の直径全域の流速分布を求めることを特徴とする請求項3記載の超音波流量計。
- [5] 複数の前記第1および第2のトランスデューサ部は、前記配管の同一側面側に、前記流体の流通方向に沿って離間した位置に配置され、
前記第1の流量計測部では、前記第1のトランスデューサ部から送信され、前記配管の壁面で反射して前記第2のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間と、前記第2のトランスデューサ部から送信され、前記配管の壁面で反射して前記

第1のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間との時間差を計測して前記流体の流量を計測し、

前記第2の流量計測部は、前記第1および第2のトランスデューサ部の各々で測定された前記配管の壁面までの流速分布の差から、前記配管の軸方向の流速分布を算出することを特徴とする請求項3記載の超音波流量計。

[6]

前記第1の流量計測部は、

前記配管に装着され、音響信号と電気信号の相互変換を行う一対のトランスデューサ部と、

前記トランスデューサ部に超音波発振のための送信パルスを印加する送信パルス生成部と、

前記トランスデューサ部にて受信した超音波の受信信号を入力する受信信号増幅制御部と、

前記受信信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、

一対の前記トランスデューサ部の発振側と受信側を交互に切り換えて測定された伝播時間から伝播時間差を演算する伝播時間演算部と、

前記伝播時間差に基づいて流量を演算する流量演算部と、

前記第2の流量計測部と共通に設けられ、前記送信パルス生成部および前記A/D変換部を制御する送受信タイミング制御部と、

を含むことを特徴とする請求項3に記載の超音波流量計。

[7]

前記第2の流量計測部は、

前記配管に装着される音響信号と電気信号の相互変換を行うトランスデューサ部と、

前記トランスデューサ部に超音波発振のための送信パルスを印加する送信パルス生成部と、

前記トランスデューサ部にて受信した音響信号を入力する受信信号増幅制御部と、

前記受信信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、

前記トランスデューサ部と前記流体との間で送受信される超音波のドップラーシフト

周波数に基づいて、前記流体の前記配管断面内における流速分布を計測する流速分布演算部と、

前記流速分布を積分して流量を演算する積分演算部と、

前記第1の流量計測部と共通に設けられ、前記送信パルス生成部および前記A/D変換部を制御する送受信タイミング制御部と、

を含むことを特徴とする請求項3に記載の超音波流量計。

- [8] 超音波を用いて配管中の流体の流量測定を行う超音波流量測定方法であって、前記配管に装着され音響信号と電気信号の相互変換を行う複数のトランスデューサ部を、互いに異なる測定原理を用いる複数の流量計測部にて共有し、個々の前記流量計測部に対する前記トランスデューサ部の接続を切り換えて流量計測を行うことを特徴とする超音波流量測定方法。

- [9] 複数の前記流量計測部は、伝播時間差法にて前記配管内の流体の流量を検出する第1の流量計測部と、パルスドップラー法にて前記配管内の流体の流量を検出する第2の流量計測部からなり、

第1および第2の前記トランスデューサ部を、前記配管の軸を挟んで互いに反対側の位置に、前記流体の流通方向に互いにずれた位置に装着し、

前記第1の流量計測部では、前記第1のトランスデューサ部から送信され、前記第2のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間と、前記第2のトランスデューサ部から送信され、前記第1のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間との時間差を計測して前記流体の流量を計測し、

前記第2の流量計測部では、前記第1および第2のトランスデューサ部の各々を用いて測定された流速分布のうち、当該トランスデューサ部から見た前記配管の中央から反対側の配管壁までの測定値を組み合わせ、前記配管の直径全域の流速分布を求めることを特徴とする請求項8に記載の超音波流量測定方法。

- [10] 複数の前記流量計測部は、伝播時間差法にて前記配管内の流体の流量を検出する第1の流量計測部と、パルスドップラー法にて前記配管内の流体の流量を検出する第2の流量計測部からなり、

第1および第2の前記トランスデューサ部を、前記配管の同一側面側に、前記流体

の流通方向に沿って離間した位置に配置し、

前記第1の流量計測部では、前記第1のトランスデューサ部から送信され、前記配管の壁面で反射して前記第2のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間と、前記第2のトランスデューサ部から送信され、前記配管の壁面で反射して前記第1のトランスデューサ部で受信された音響信号の伝播時間との時間差を計測して前記流体の流量を計測し、

前記第2の流量計測部は、前記第1および第2のトランスデューサ部の各々で測定された前記配管の壁面までの流速分布の差から、前記配管の軸方向の流速分布を算出することを特徴とする請求項8記載の超音波流量測定方法。

[11] 伝搬時間差方式の流量計測に必要な少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサと、

少なくとも前記1対の電気／超音波トランスデューサにパルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測とに必要なパルス信号を与えるハードウェア手段と、

前記1対の電気／超音波トランスデューサを含む任意のトランスデューサから得られる受信信号からドップラー周波数を検出する検出回路と、

前記1対のトランスデューサにより上流から下流への超音波パルス送信で得た第1の受信信号と下流から上流への超音波パルス送信で得た第2の受信信号とを増幅し、アナログ／デジタル変換を行う変換回路と、

検出された前記ドップラー周波数からパルスドップラー方式により流量を算出し、かつ前記変換回路の出力から伝搬時間差方式により流量を算出する制御手段とを備えることにより、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測とを同時並列的に行うことができることを特徴とする超音波流量計。

[12] パルスドップラー方式の流量計測専用の第2の電気／超音波トランスデューサをさらに備え、

前記ハードウェア手段は、前記1対の電気／超音波トランスデューサと前記第2の電気／超音波トランスデューサの両方に送信パルス信号を与え、

前記検出回路は、前記第2の電気／超音波トランスデューサから得られる受信信号

から前記ドップラー周波数を検出することを特徴とする請求項11記載の超音波流量計。

- [13] 前記の少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサは1対のみであり、
前記ハードウェア手段のパルスドップラー方式用のパルス信号出力および前記変換手段の入力と前記1対のみの電気／超音波トランスデューサの一方のトランスデューサとの間に挿入され、パルスドップラー方式の計測期間のみ回路を接続するスイッチ手段をさらに備え、

前記検出回路は、前記一方のトランスデューサから出力された超音波パルスのエコーである受信信号から前記ドップラー周波数を検出することを特徴とする請求項11記載の超音波流量計。

- [14] 前記制御手段と前記ハードウェア手段とは、連携して、外部からのコマンドまたは信号に応じて、パルスドップラー方式、伝搬時間差方式、および両方式同時の流量計測モードを切り替えることを特徴とする請求項13記載の超音波流量計。

- [15] 伝搬時間差方式の流量計測に必要な少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサと、

前記1対の電気／超音波トランスデューサに伝搬時間差方式の流量計測に必要なパルス信号を与え、前記1対の電気／超音波トランスデューサの一方にパルスドップラー方式の流量計測に必要なパルス信号を生成出力するパルス生成手段と、

前記1対の電気／超音波トランスデューサを含む任意の1つのトランスデューサを用いて、パルスドップラー方式の流量計算に必要なドップラー周波数を検出する検出回路と、

以上の資源により、上流から下流への超音波パルス送信により得た第1の受信信号と下流から上流への超音波パルス送信により得た第2の受信信号との増幅およびアナログ／デジタル変換を可能とする切り替え手段と、

前記の検出されたドップラー周波数からパルスドップラー方式により流量を算出し、かつ前記アナログ／デジタル変換の結果から伝搬時間差方式により流量を算出する制御手段とを

備えることにより、パルスドップラー方式の流量計測と伝搬時間差方式の流量計測と

を切り替えて実施することができることを特徴とする超音波流量計。

- [16] 前記検出回路が、その前方の段に増幅器を備え、かつ後方の段に実部データおよび虚部データをそれぞれ処理する1対のアナログ／デジタル変換器を備え、

前記切り替え手段が、前記1対のアナログ／デジタル変換器の直前に挿入され、パルスドップラー方式の計測期間のみ回路を接続し、伝搬時間差方式の計測期間は、前記増幅器の出力を前記1対のアナログ／デジタル変換器の一方の入力に接続する1対の2択スイッチ手段を含み、

共通端子が前記パルス生成手段の出力端子および前記検出回路の入力端子に接続され、1対の接点が前記1対の電気／超音波トランスデューサにそれぞれ接続された第2のスイッチ手段をさらに備え、

前記切り替え手段は、前記1対のスイッチ手段および前記第2の2択スイッチ手段の切り替え制御を行い、パルスドップラー方式の計測期間中は、前記増幅器の入力を前記一方のトランスデューサに接続し、伝搬時間差方式の計測期間は伝搬時間差方式の計測アルゴリズムに従って第2のスイッチ手段を切り替えることを特徴とする請求項15記載の超音波流量計。

- [17] 前記の少なくとも1対の電気／超音波トランスデューサは、複数対のトランスデューサであり、

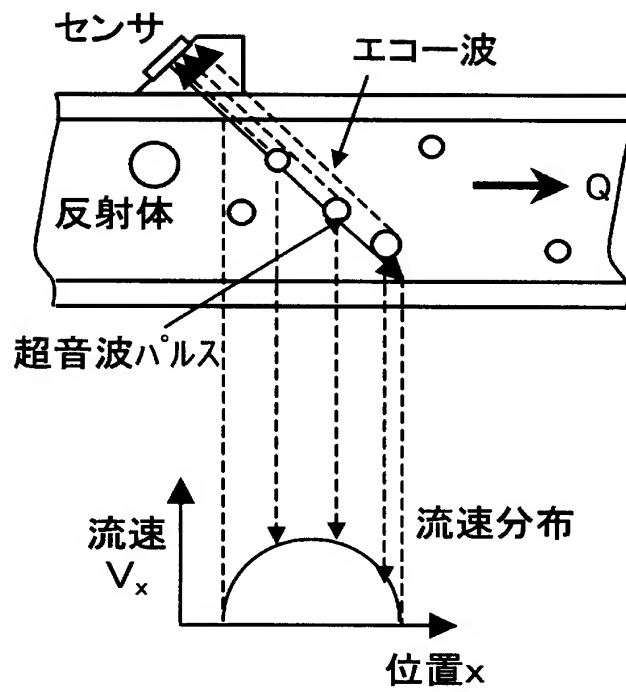
第2のスイッチ手段は、前記複数の2倍の接点を有する択一スイッチであり、前記複数の2倍の接点は、前記複数対のトランスデューサに1対1に接続され、

前記切り替え手段は、前記複数対のトランスデューサの各対にパルスドップラー方式の計測期間と伝搬時間差方式の計測期間とを割り当て、前記各対に対して、パルスドップラー方式の計測期間中は、前記増幅器の入力が当該トランスデューサ対の一方に接続され、伝搬時間差方式の計測期間は前記増幅器と当該トランスデューサ対とが伝搬時間差方式の計測アルゴリズムに従って接続されるように第2のスイッチ手段を切り替えることを特徴とする請求項16記載の超音波流量計。

- [18] 前記制御手段および前記切り替え手段は、連携して、外部からのコマンドまたは信号に応じて、パルスドップラー方式、伝搬時間差方式、および両方式同時の流量計測モードを切り替えることを特徴とする請求項15乃至請求項17の何れか一項に記載

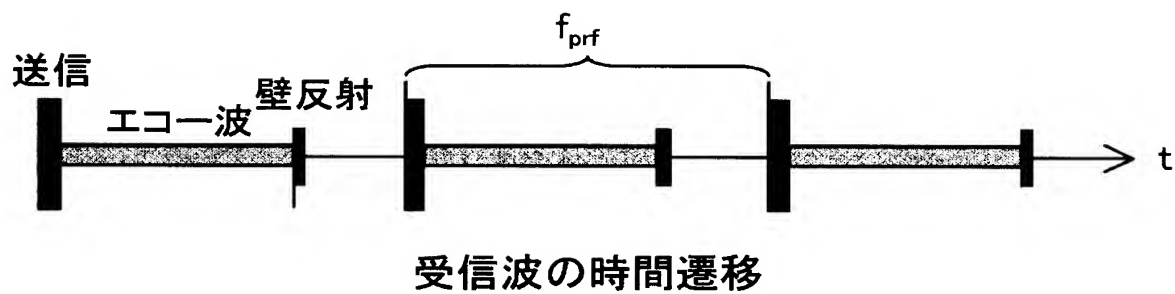
の超音波流量計。

[図1A]

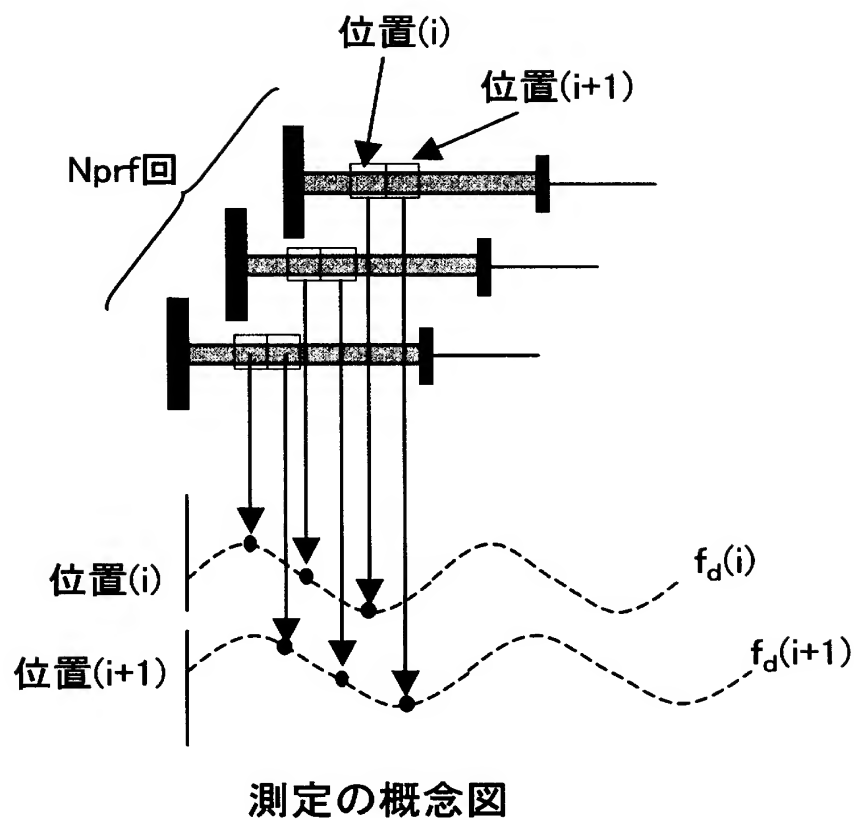


ドップラ式の構成

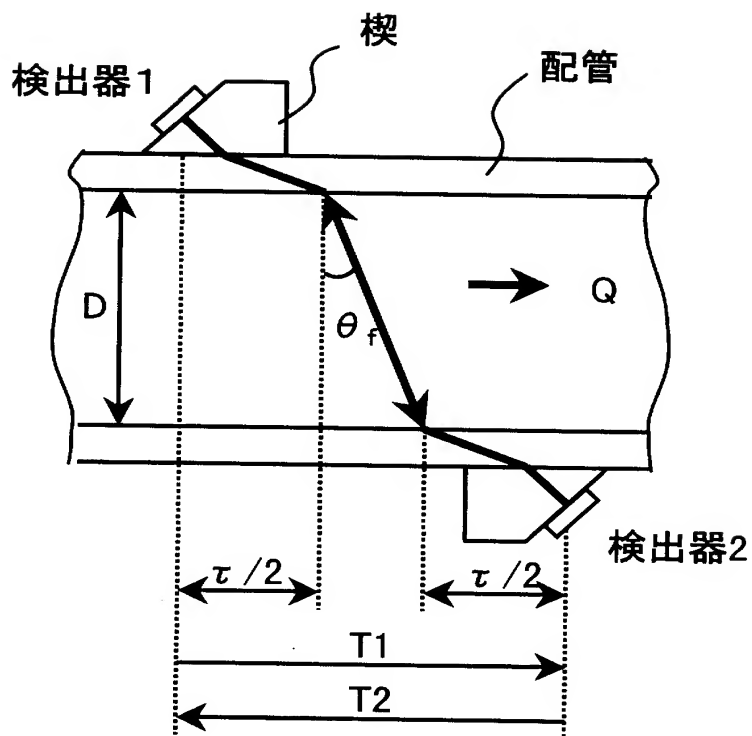
[図1B]



[図1C]

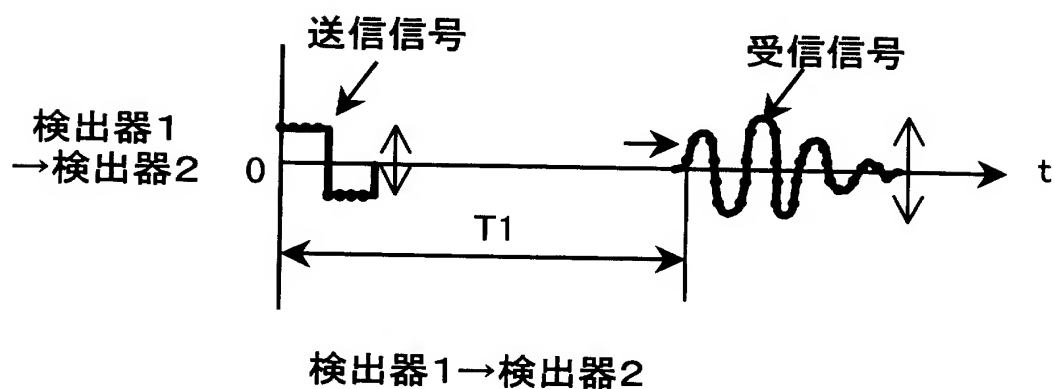


[図2A]

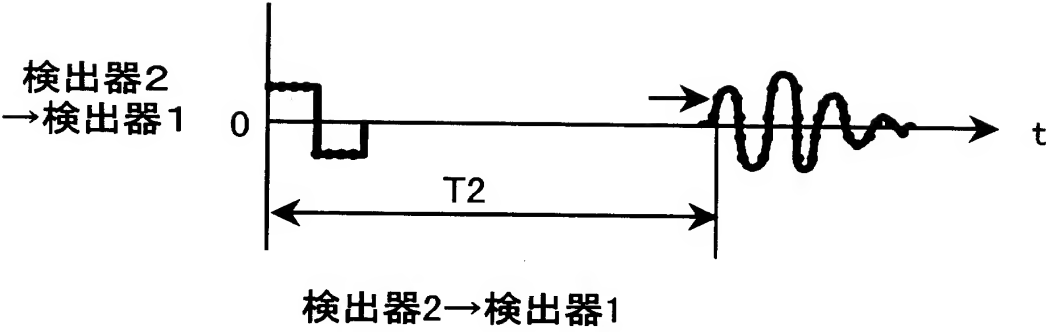


伝播時間差の構成

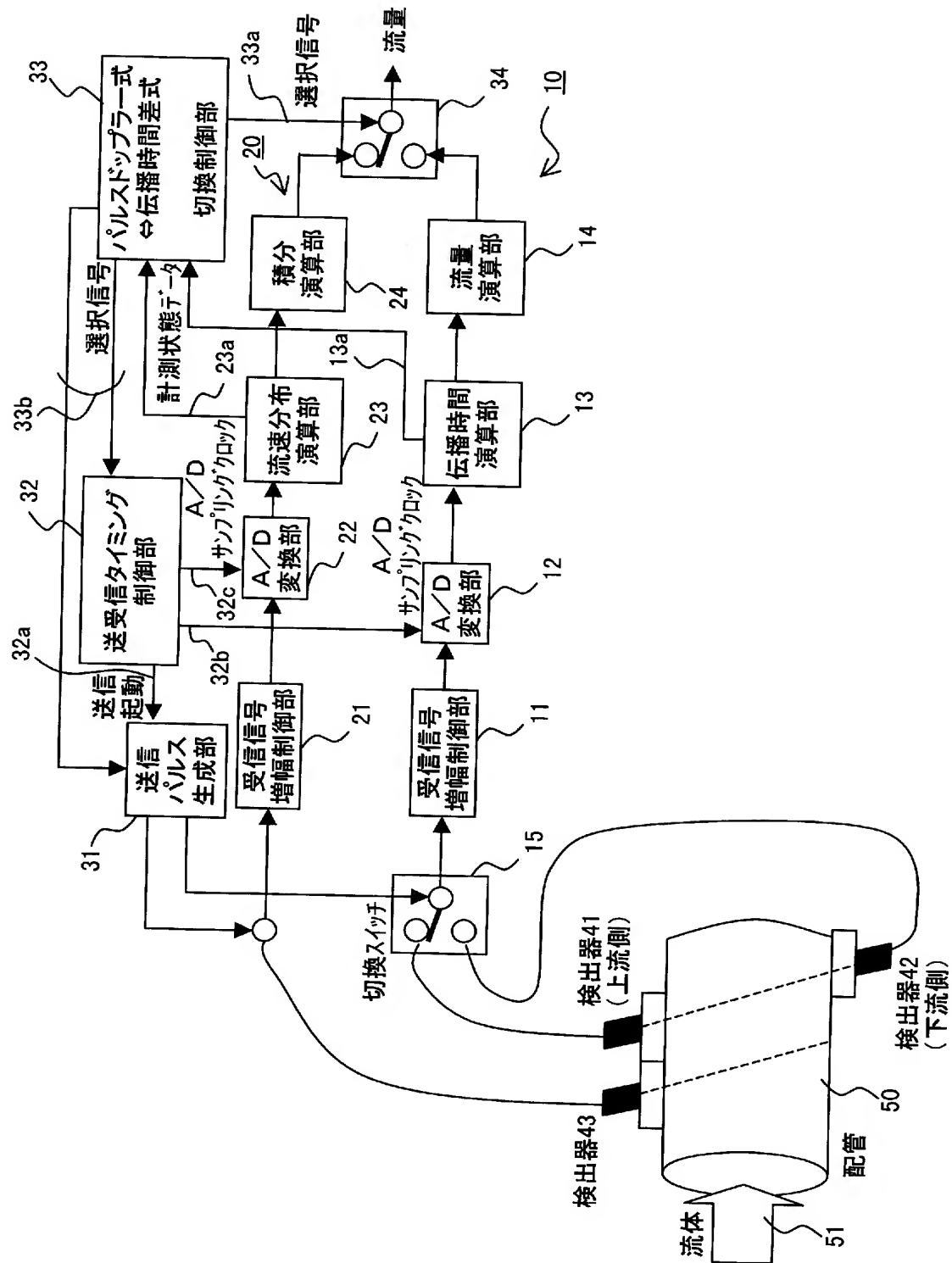
[図2B]



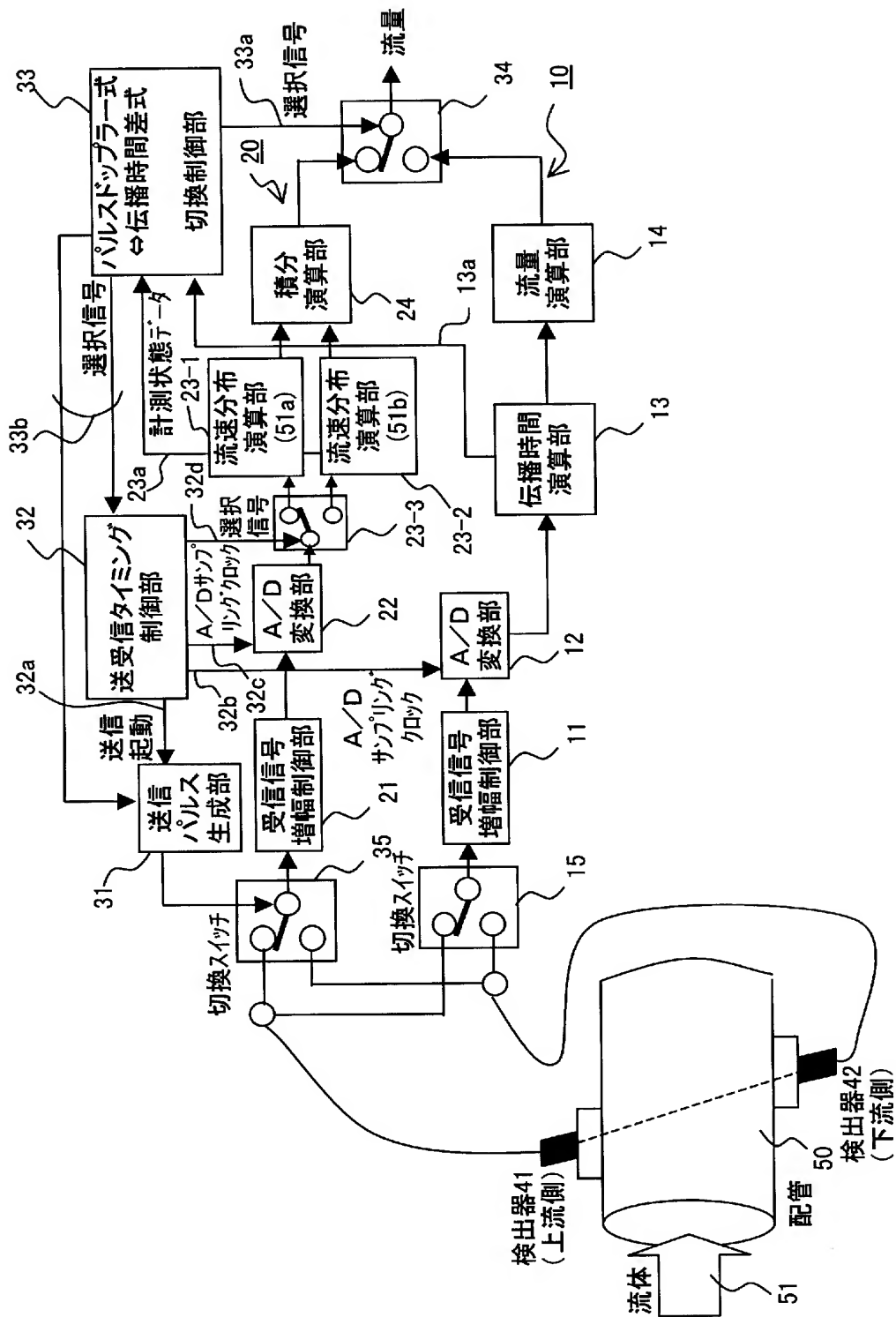
[図2C]



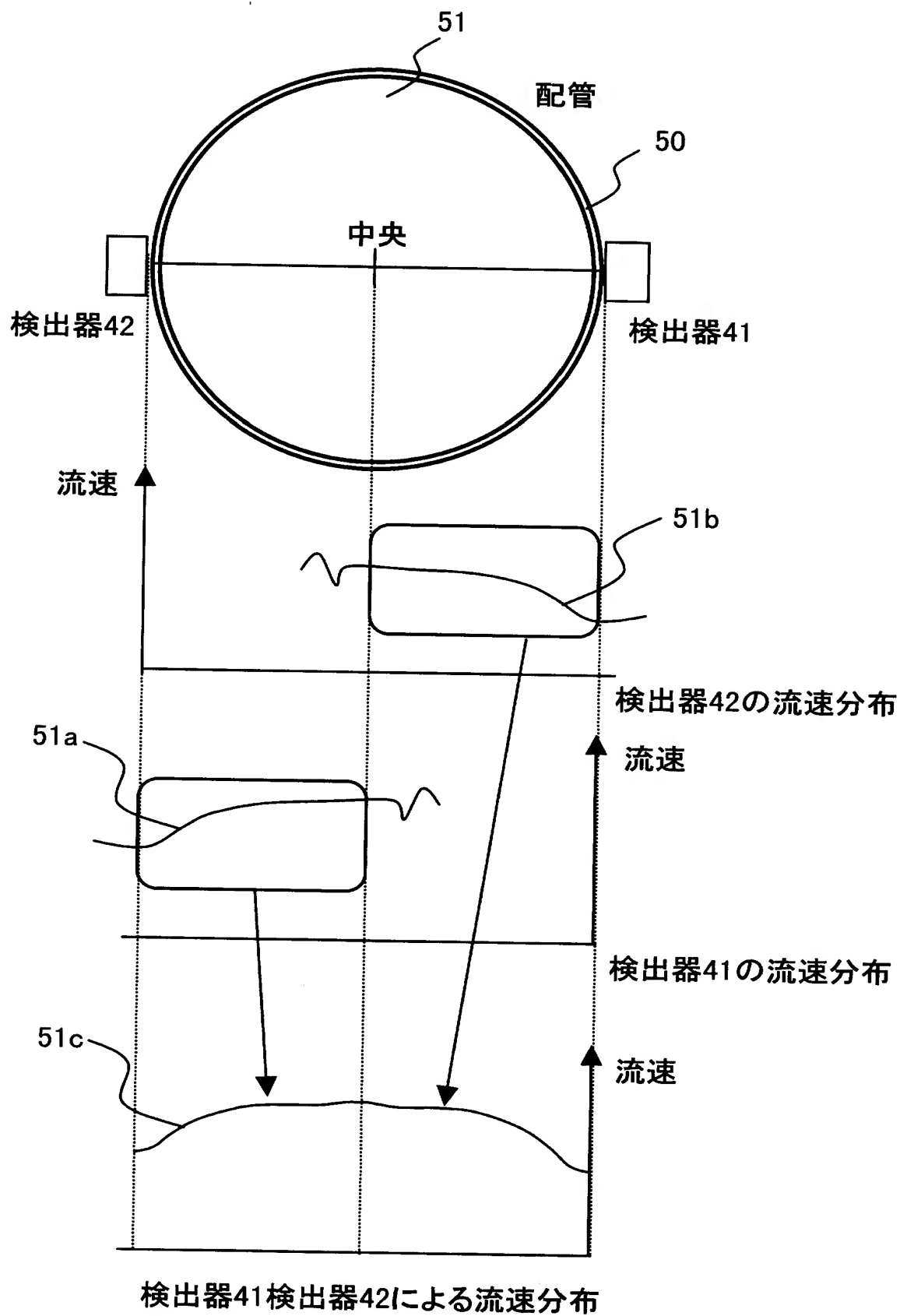
[図3]



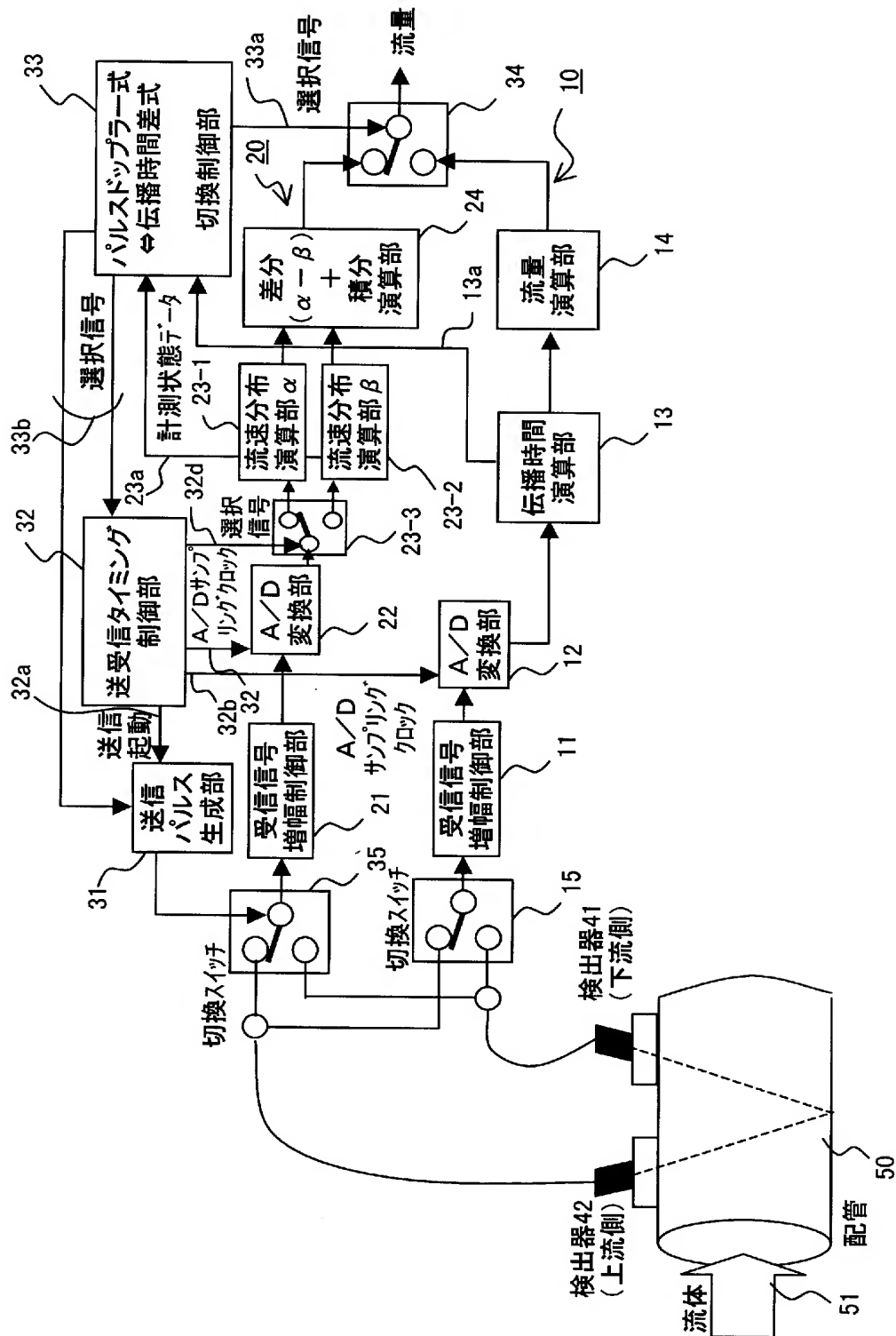
[図4]



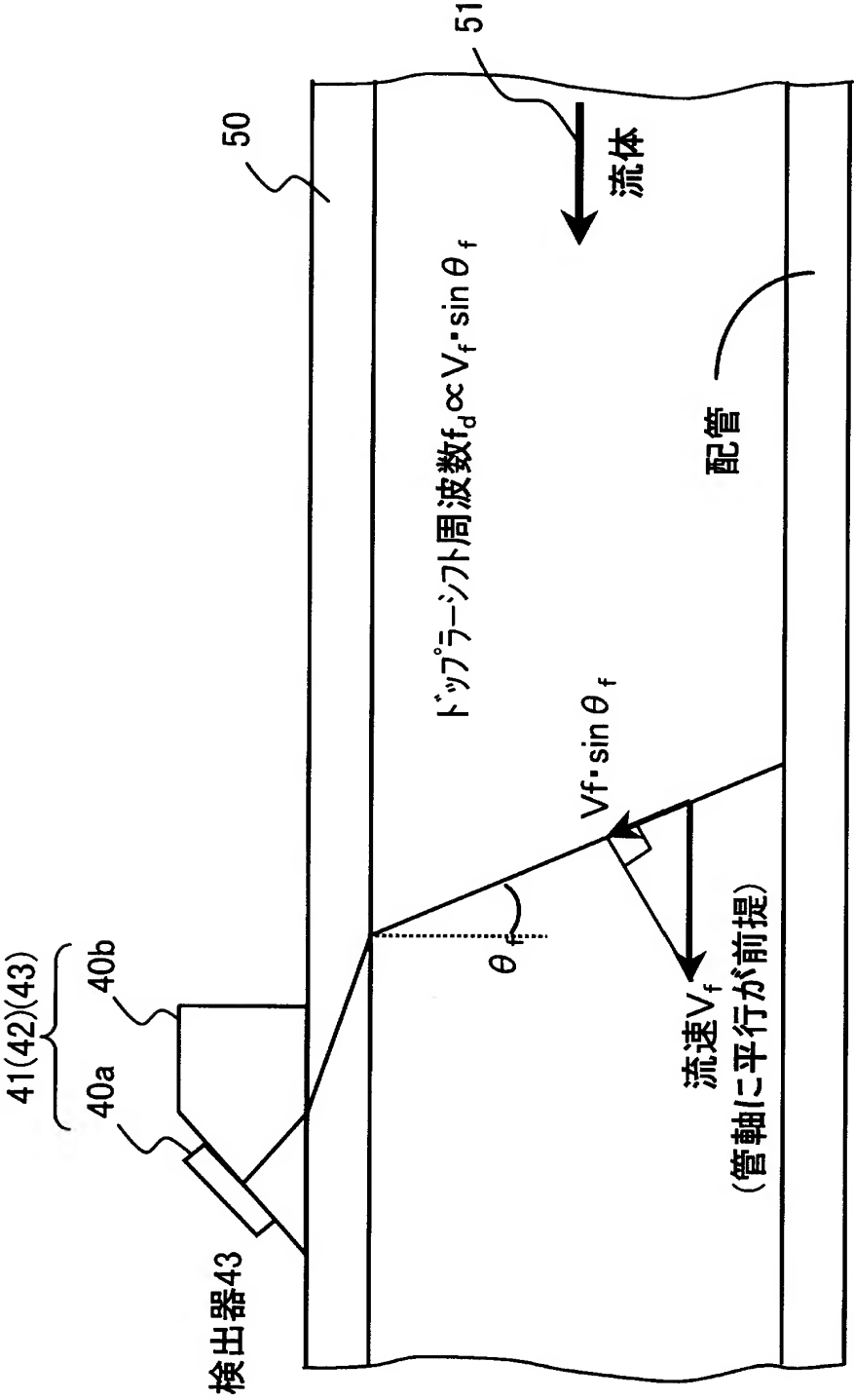
[図5]



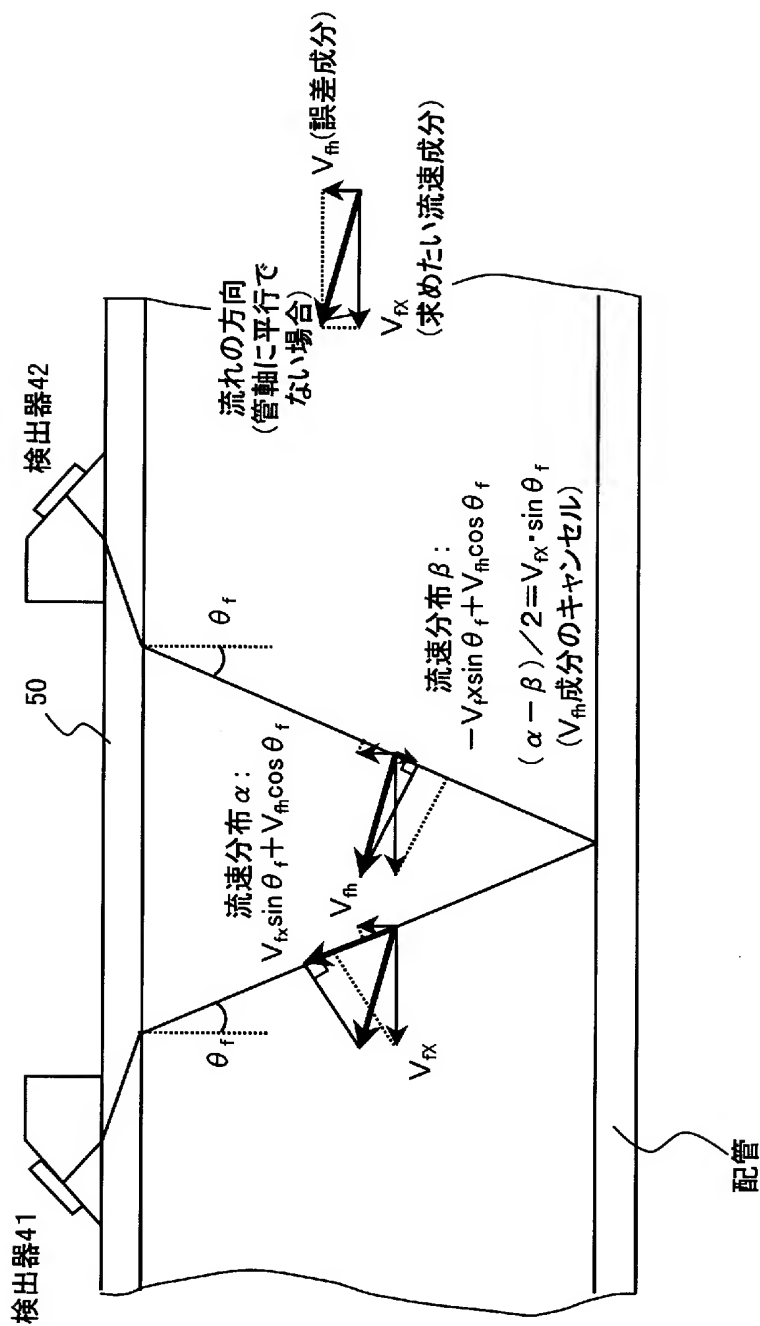
[図6]



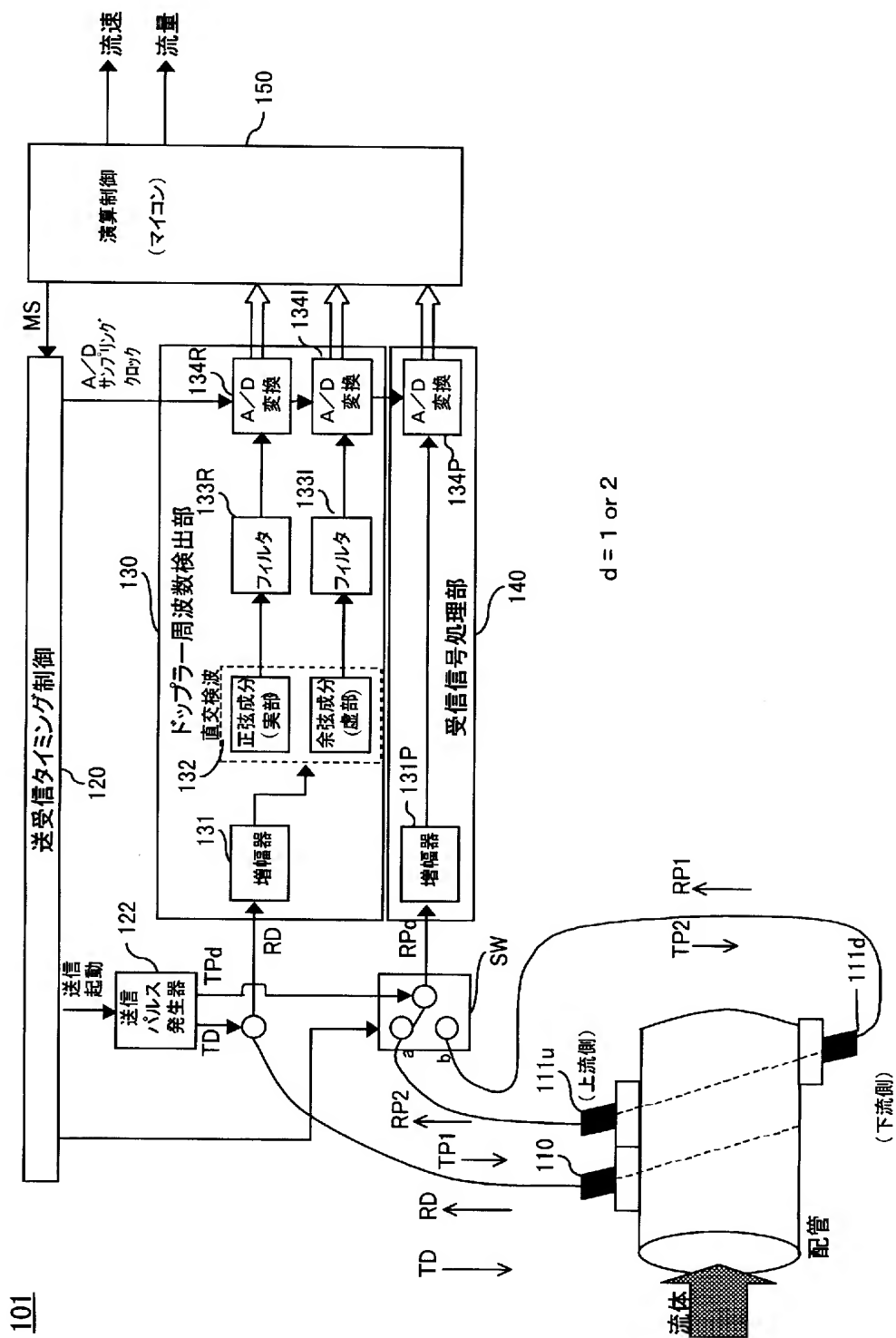
[図7]



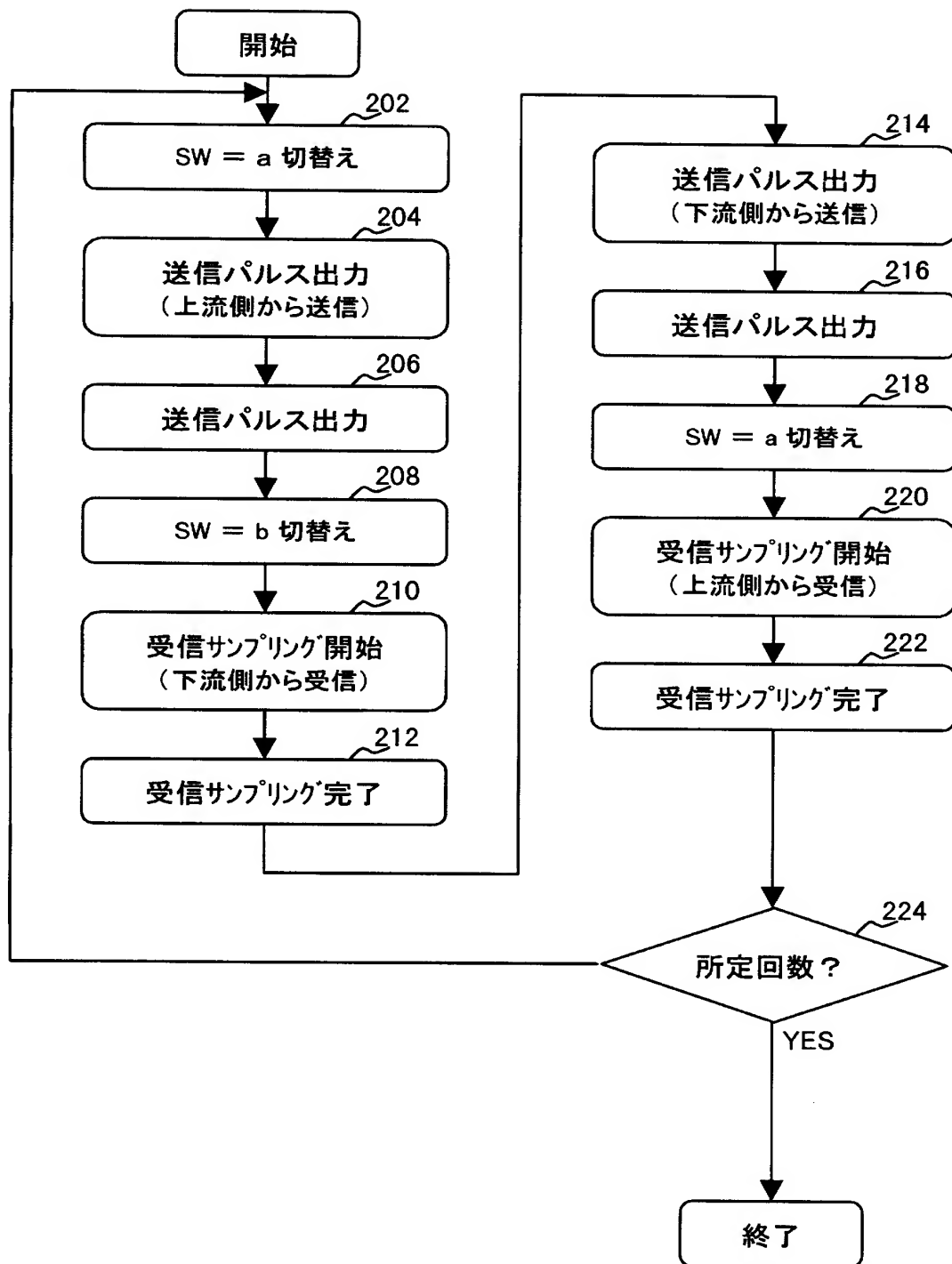
[図8]



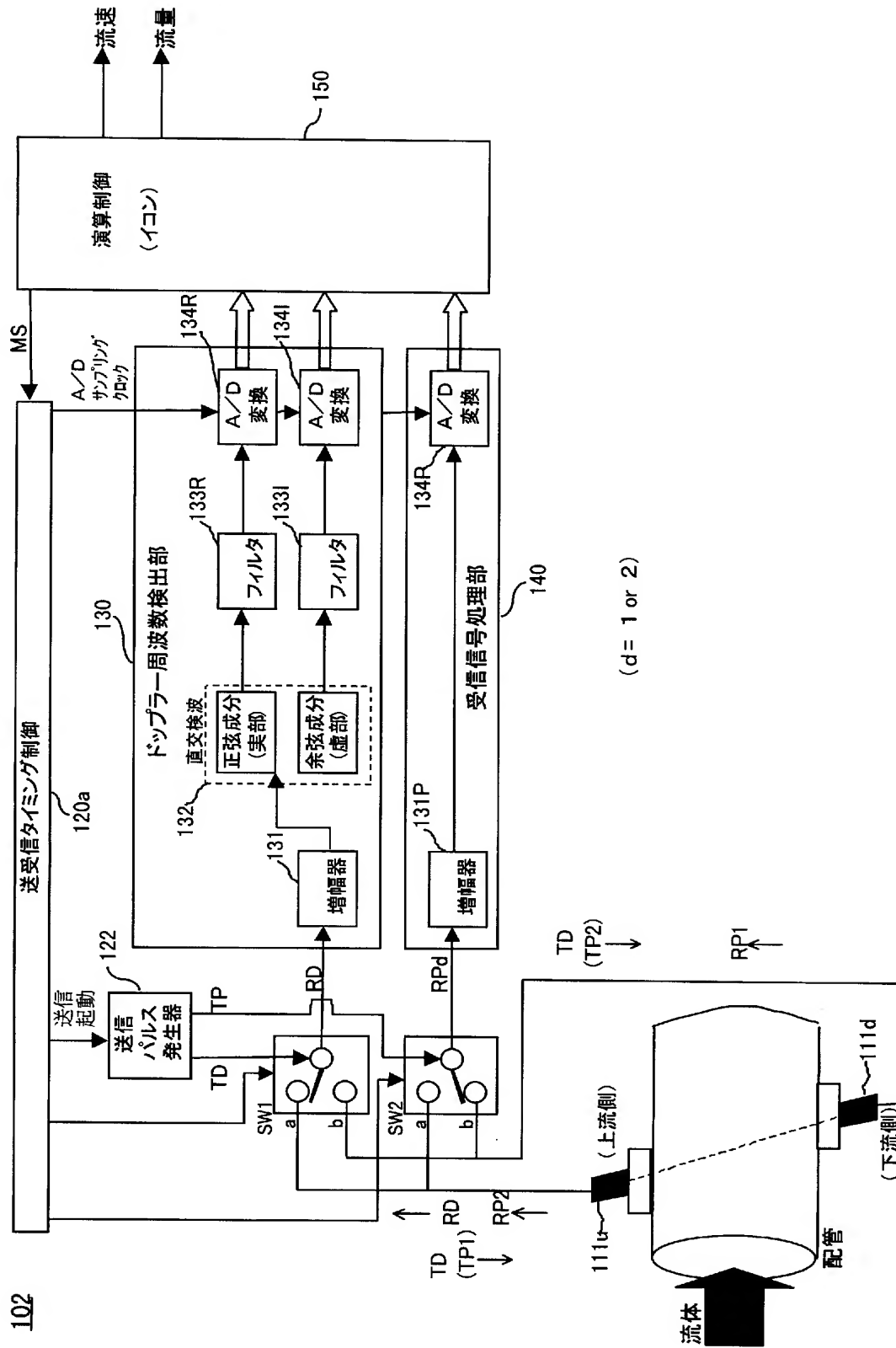
[図9]



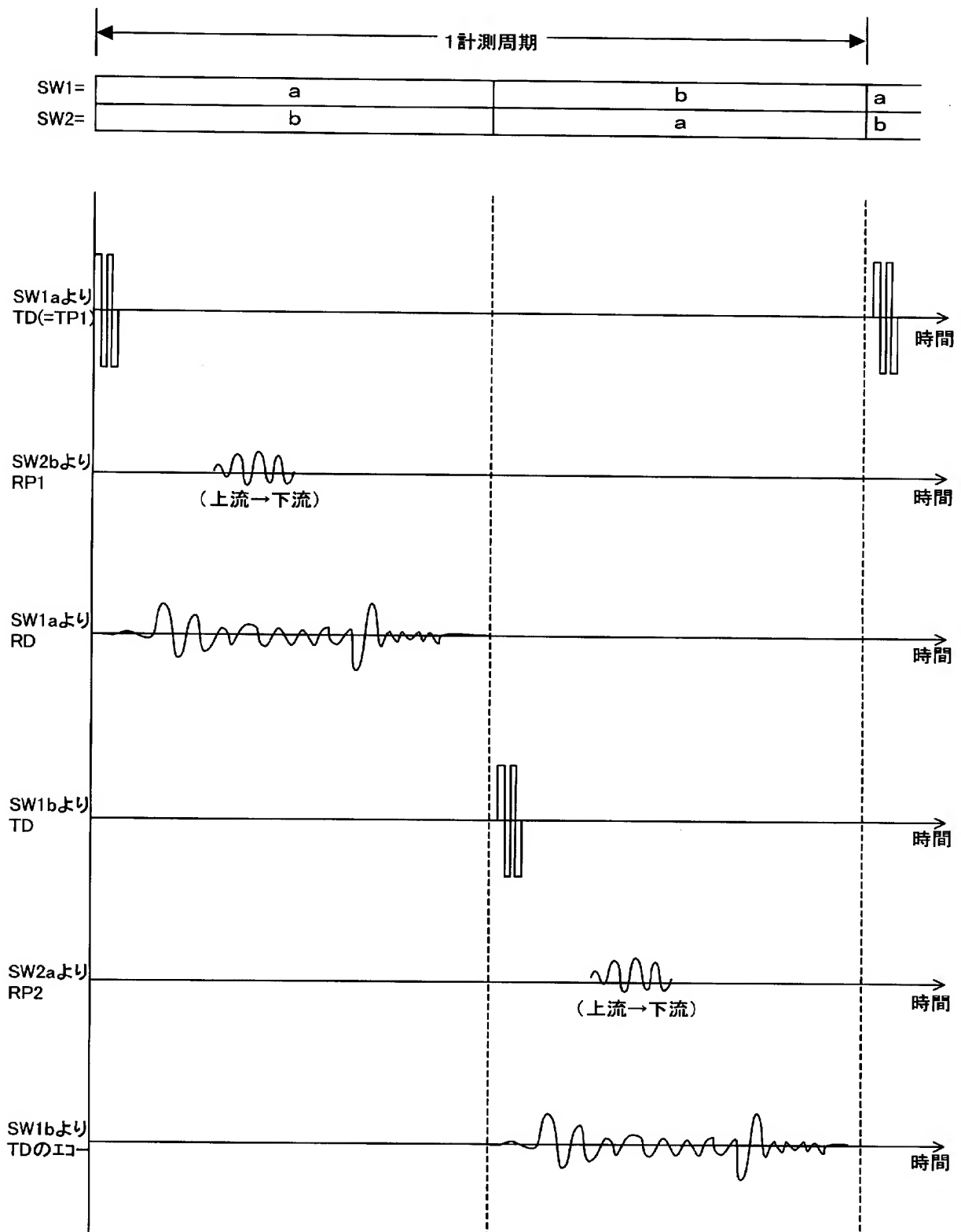
[図10]



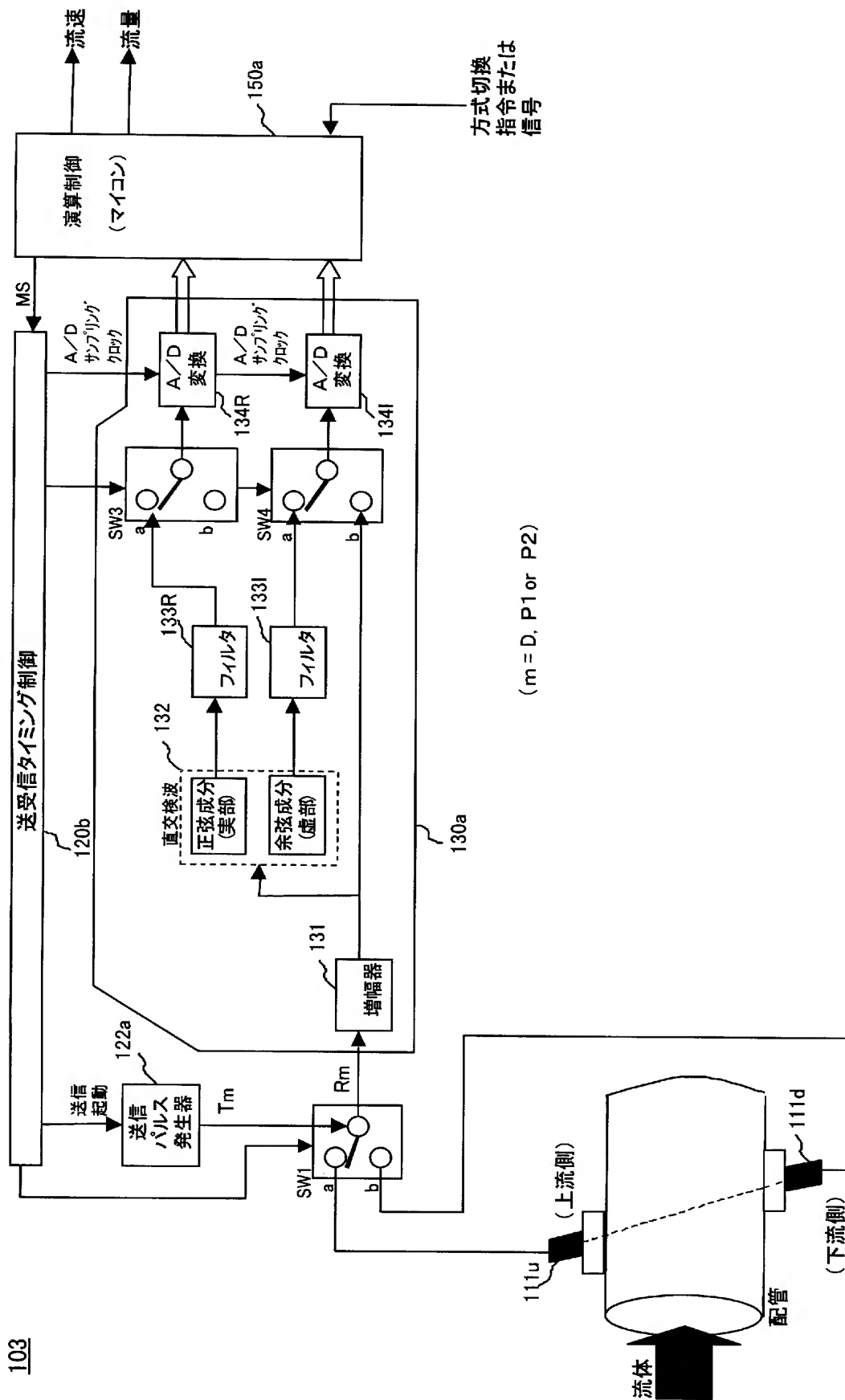
[図11]



[図12]



[図13]

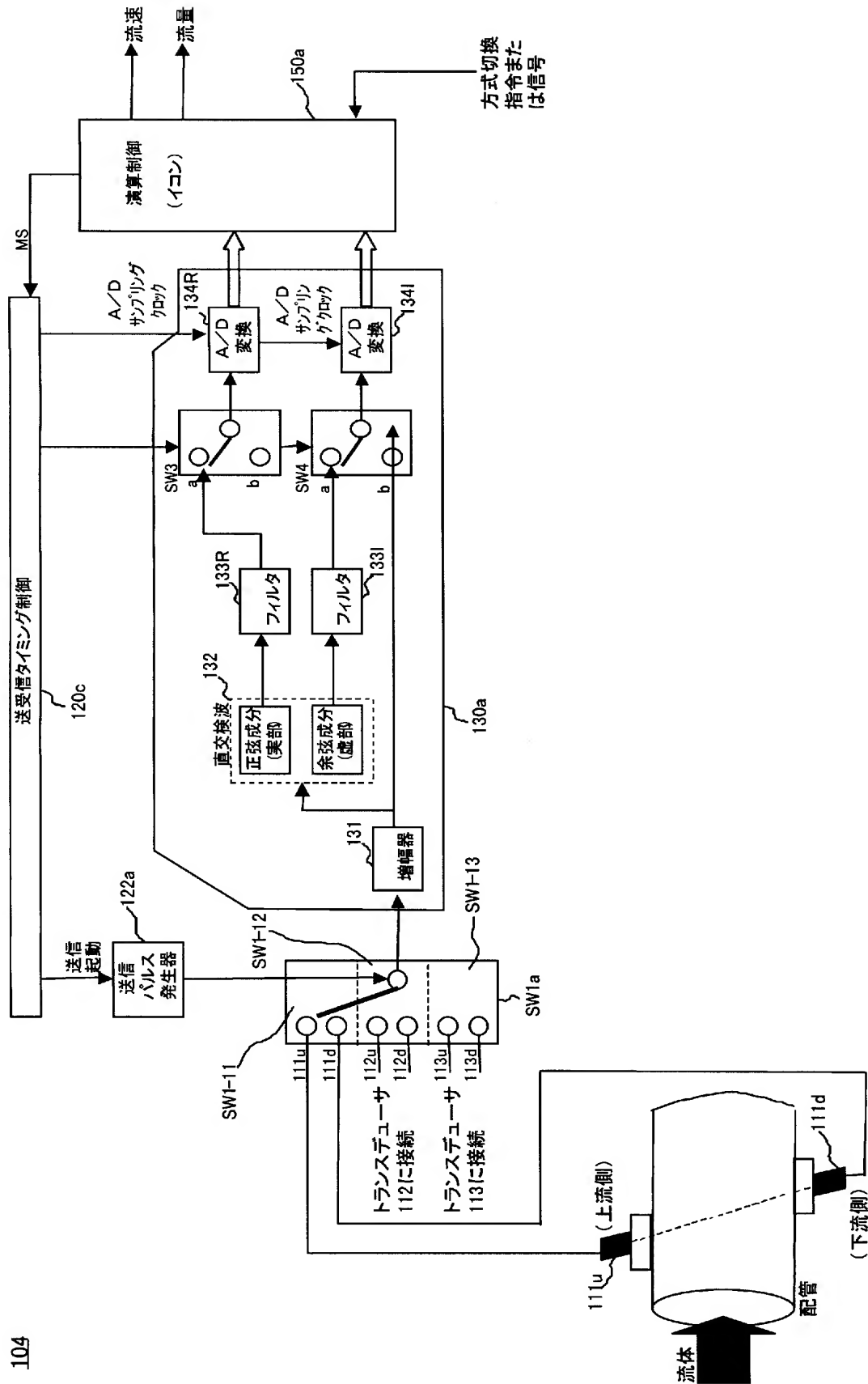


[図14]

計測動作におけるSW1～SW3の状態

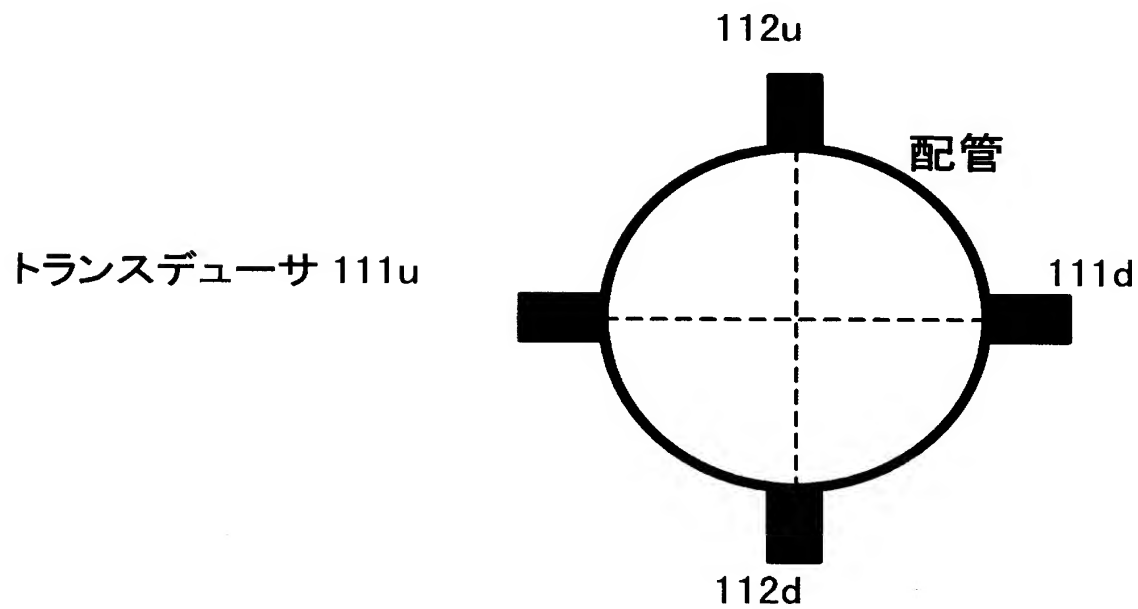
計測方式	SW3とSW4	SW1
ドップラー方式	a	a
伝播時間差方式	b	図10のSWと同じ

[図15A]



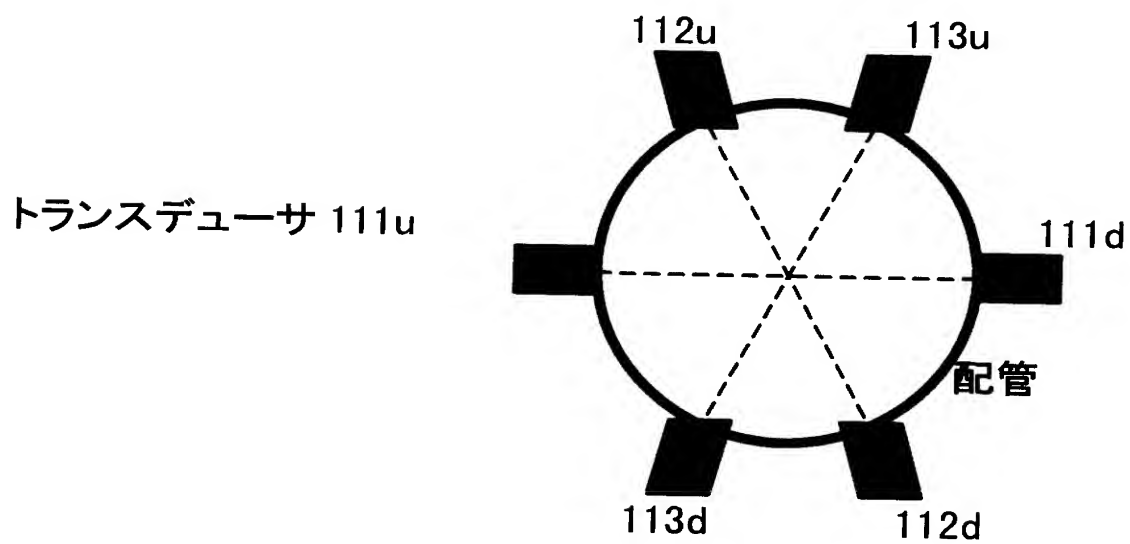
[図15B]

トランスデューサ 2 対使用時



[図15C]

トランスデューサ 3 対使用時



[図16]

計測方式		SW3とSW4	SW1-T (T=111, 112or 113)
ドップラー方式		a	SW1-Tu
伝播時間差方式	トランスジューサ 111 112 113	b	SW1-Tを図10のSWと 同じに制御する。 但し、uとdは図10の aとbに対応する。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01F1/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01F1/00-9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-340644 A (Hironari KIKURA), 27 November, 2002 (27.11.02), Claims 1, 3; Figs. 1, 2 (Family: none)	1, 2 3-18
A	JP 11-237264 A (Kaijo Corp.), 31 August, 1999 (31.08.99), Fig. 3 (Family: none)	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
06 April, 2005 (06.04.05)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01F1/66

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01F1/00-9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-340644 A (木倉宏成) 2002.11.27,	1, 2
A	【請求項1】【請求項3】【図1】【図2】 (ファミリーなし)	3-18
A	JP 11-237264 A (株式会社カイジョー) 1999.08.31,	1-18
	【図3】 (ファミリーなし)	

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.04.2005

国際調査報告の発送日

26.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口 正治

2 F

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3216